

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA CONFECCIONES A&J S.A.S**

JOHN JAIRO VILLEGAS SALAZAR

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2017**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA CONFECCIONES A&J S.A.S**

JOHN JAIRO VILLEGAS SALAZAR

Pasantía institucional para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director
JIMMY GILBERTO DÁVILA
Ingeniero industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2017**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial.

GLORIA LOPEZ

Jurado.

JIMMY GILBERTO DÁVILA

Director.

Santiago de Cali, 27 de marzo de 2017

Quiero agradecer primero a Dios por ayudarme a culminar esta etapa tan maravillosa y enriquecedora de mi vida, y segundo a mi familia, porque siempre estuvieron apoyándome en esta etapa tan maravillosa de mi vida, a mis padres, que me formaron con buenos valores y que siempre confiaron en mí y a pesar de lo complejo que puedan ser las situaciones me enseñaron a siempre perseverar y a luchar por mis sueños.

CONTENIDO

GLOSARIO	16
RESUMEN	18
INTRODUCCIÓN	19
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	20
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
2 JUSTIFICACIÓN	23
3 OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4 MARCO DE REFERENCIA	25
4.1 MARCO CONTEXTUAL	25
4.1.1 La empresa	25
4.1.2 Misión	25
4.1.3 Visión	25
4.1.4 Valores	25
5. ESTADO DEL ARTE	27

6 MARCO TEÓRICO	32
6.1 PLANEACIÓN JERÁRQUICA DE LA PRODUCCIÓN	32
6.1.1 Planeación agregada	33
6.1.2 Plan maestro de producción	34
6.1.3 Obtener el plan maestro de producción	35
6.1.4 Plan de requerimientos de materiales MRP y MRP II	37
6.1.5 Programación y secuenciación de las operaciones	38
6.1.6 Planeación y control de la capacidad	41
6.2 PRONÓSTICO	42
6.2.1 Diseño del sistema de pronóstico	44
6.2.2 Método de series de tiempo.	45
6.2.3 Modelos de cantidad de pedido fija	46
7 METODOLOGÍA	48
7.1 ETAPA 1: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN, CON EL FIN DE IDENTIFICAR LAS VARIABLES Y PUNTOS CRITICOS DE CONTROL	49
7.2 ETAPA 2: EVALUACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE LA DEMANDA QUE PERMITA, PREDECIR EL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA FUTURA	49
7.3 ETAPA 3: DESARROLLO DE LAS METODOLOGÍAS DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, QUE PERMITA GESTIONAR DE MANERA EFICIENTE LOS RECURSOS DISPONIBLES DE PRODUCCIÓN	50
8 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN	51
8.1 CAMISETA TIPO POLO, T-SHIRT, CUELLO “V”	51
8.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS	59

8.1.1 Referencia 519140 camiseta tipo T-Shirt	59
8.1.2 Referencia 506310 camiseta tipo cuello “V”	61
8.1.3 Referencia 506612 camiseta tipo Polo	64
8.2 DESCRIPCIÓN DE INSUMOS	66
8.3 CURSOGRAMA ANALÍTICO POR REFERENCIA	69
8.4 INSTALACIONES	78
8.5 CLIENTES	80
8.5.1 Línea directa S.A.S	80
8.6 MAQUINARIA	80
8.7 MANO DE OBRA	82
8.8 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	83
8.9 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS	84
8.9.1 Identificación de los síntomas	89
8.10 INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE PEDIDOS	94
9 EVALUACIÓN DE UNA TÉCNICA DE PRONÓSTICO	96
9.1 PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN	96
9.2 PRONÓSTICO	102
10 PLANEACIÓN AGREGADA DE PRODUCCIÓN	111
10.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN	112
10.2 VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FUERZA LABORAL	118
10.3 FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE CON TIEMPO EXTRA	124
10.4 PLAN DE PRODUCCIÓN MIXTO	128

11 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	134
12 PLAN DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD	143
12.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD	143
13 PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES	154
13.1 INSUMOS	155
14 CONCLUSIONES	168
15 RECOMENDACIONES	170
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXOS	174

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama confecciones A&J S.A.S	53
Figura 2	Flujograma del proceso	56
Figura 3	Composición camiseta tipo T-Shirt	60
Figura 4	Imágenes reales de la prenda elaborada	61
Figura 5	Composición camiseta tipo “v”	62
Figura 6	Imágenes reales de la prenda elaborada	63
Figura 7	Composición camiseta tipo polo	65
Figura 8	Imágenes reales de la prenda elaborada	66
Figura 9	Cursograma analítico para la camiseta tipo “V”	70
Figura 10	Cursograma analítico para la camiseta tipo T-Shirt	74
Figura 11	Cursograma analítico para la camiseta tipo polo	76
Figura 12	Distribución de planta	79
Figura 13	Flujograma de procesos	87
Figura 14	Diagrama Ishikawa	88
Figura 15	Flujograma detallado del proceso de producción.	90
Figura 16	Flujograma centros de trabajo	144
Figura 17	Árbol estructural de la camiseta T-Shirt	157
Figura 18	Árbol estructural de la camiseta cuello V	161
Figura 19	Árbol estructural camiseta tipo Polo	164

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comportamiento ventas	52
Gráfico 2 Pareto de ventas de todas las referencias	58
Gráfico 3 Autocorrelación de ventas	101
Gráfico 4 Comportamiento de las ventas	104
Gráfico 5 Pronóstico de la demanda	110
Gráfico 6 Análisis de costos estrategia 1	123
Gráfico 7 Horas de producción requeridas	124
Gráfico 8 Horas extras programadas	127
Gráfico 9 Análisis de costos estrategia 2	128
Gráfico 10 Análisis de costos estrategia 3	130
Gráfico 11 Demanda diaria vs demanda promedio	131
Gráfico 12 Comparativo de las estrategias	132
Gráfico 13 Diagrama de capacidad	152

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1	Área de producción en la empresa confecciones A&J S.A.S	79
----------	---	----

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Relación operaciones por referencia	57
Cuadro 2	Información general del diseño de la camiseta tipo T-Shirt	60
Cuadro 3	Medidas por talla camiseta T-Shirt	61
Cuadro 4	Información general del diseño de la camiseta tipo “V”	62
Cuadro 5	Medidas por talla camiseta tipo “V”	63
Cuadro 6	Información general del diseño de la camiseta tipo polo	64
Cuadro 7	Medidas por talla camiseta tipo polo	65
Cuadro 8	Insumos y matriz de insumos de la camiseta tipo T-Shirt	67
Cuadro 9	Insumos y matriz de insumos de la camiseta tipo cuello “V”	67
Cuadro 10	Insumos y matriz de insumos de la camiseta tipo Polo	68
Cuadro 11	Maquinaria disponible en la empresa Confecciones A&J S.A.S	81
Cuadro 12	Eventos que afectan capacidad	83
Cuadro 13	Estudio de variables	84
Cuadro 14	Identificación de síntomas	91
Cuadro 15	Porcentaje de cumplimiento primer despacho	94
Cuadro 16	Índice de auto correlación para 4 desfases de tiempo	97
Cuadro 17	Coeficiente de auto correlación para 4 desfases de tiempo	98
Cuadro 18	Error estándar de la autocorrelación para 4 desfases de tiempo	99
Cuadro 19	Cálculo LBQ	100
Cuadro 20	Valores de Chi cuadrado con coeficiente del 5%	102
Cuadro 21	Comparativa de mediciones del error de pronóstico	103

Cuadro 22	Pronóstico Agregado de la demanda y cálculo de errores	104
Cuadro 23	Resumen de los errores del pronóstico	109
Cuadro 24	Valores de beta y alfa	109
Cuadro 25	Costos de producción	112
Cuadro 26	Requerimiento inicial de la Planeación agregada	117
Cuadro 27	Unidades totales pronosticadas y días totales	118
Cuadro 28	Tiempo estándar básico por unidad	119
Cuadro 29	Insumos necesarios para la planeación agregada	120
Cuadro 30	Plan de variación del tamaño de la fuerza laboral	121
Cuadro 31	Costos totales plan variación del tamaño de la fuerza laboral	122
Cuadro 32	Plan fuerza de trabajo constante con tiempo extra	125
Cuadro 33	Costos del plan fuerza laboral constante con horas extras	127
Cuadro 34	Plan de producción mixto	129
Cuadro 35	Costos de plan de producción mixto	129
Cuadro 36	Análisis de costos de la planeación agregada	131
Cuadro 37	Unidades desagregadas por referencia	135
Cuadro 38	Participación por referencia	136
Cuadro 39	Análisis de las ventas de las camisetas por referencia	137
Cuadro 40	Participación de las camisetas en el mercado	137
Cuadro 41	Participación tipo Polo en unidades pronosticadas	138
Cuadro 42	Participación T-Shirt en unidades pronosticadas	138
Cuadro 43	Participación tipo cuello V en unidades pronosticadas	139
Cuadro 44	Plan maestro de producción para la referencia tipo polo	139

Cuadro 45	Plan maestro de producción para la referencia tipo T-Shirt	141
Cuadro 46	Plan maestro de producción para la referencia tipo cuello V	141
Cuadro 47	Tiempo estándar por máquina requerida	146
Cuadro 48	Máquinas requeridas para producción	147
Cuadro 49	Carga de capacidad máquinas	149
Cuadro 50	Resumen plan maestro de producción	149
Cuadro 51	Capacidad requerida por referencia	150
Cuadro 52	Lista de materiales para camiseta tipo T-Shirt	156
Cuadro 53	Plan de requerimientos de materiales camiseta T-Shirt	158
Cuadro 54	Lista de materiales camiseta cuello V	160
Cuadro 55	Plan de requerimientos de materiales camiseta cuello V	162
Cuadro 56	Lista de materiales camiseta tipo Polo	164
Cuadro 57	Plan de requerimientos de materiales camiseta Polo	165

ANEXOS

Anexo A	Cursograma camiseta tipo cuello V	174
Anexo B	Cursograma camiseta tipo T-Shirt	175
Anexo C	Cursograma camiseta tipo polo	176
Anexo D	Valores de entrada Prueba de autocorrelación	177
Anexo E	Tabla de Chi cuadrado	179
Anexo F	Histórico de ventas de camisetas referencias de estudio	180
Anexo G	Pronostico agregado método suavización doble	182
Anexo H	Requerimiento inicial planeación agregada	184
Anexo I	Distribución de planta de producción	185
Anexo J	Plan de producción fuerza de trabajo variable	186
Anexo K	Plan de producción fuerza constante con horas extras	187
Anexo L	Plan de producción mixto	188
Anexo M	Plan maestro de producción camiseta tipo polo	190
Anexo N	Plan maestro de producción camiseta tipo cuello V	190
Anexo O	Plan maestro de producción camiseta tipo T-Shirt	191
Anexo P	Carga de capacidad por máquina	191
Anexo Q	Tiempo estándar por máquina	192
Anexo R	Capacidad requerida por referencia	192
Anexo S	Diagrama capacidad	193

GLOSARIO

ASENTAR: voltear márgenes u orillos hacia un lado y coserlos con el fin de dar mejor apariencia y acabado a las piezas o a la prenda.

CALIDAD: es el grado en que un producto cumple con el propósito para el cual ha sido diseñado, satisfaciendo las necesidades del cliente.

CRP: es la planificación de recursos, tanto máquina como hombre, necesarios para realizar en un tiempo establecido toda una serie de trabajos asignados a un centro productivo.

DOBLADILLO: es el borde de la tela doblada dos veces sobre sí misma asegurada con puntadas a mano o a máquina en la parte inferior de faldas, vestidos, pantalones, orillos de mangas, etc.

FILETEAR: sobrehilar los orillos de la tela.

HILADILLA: su principal función es decorar la prenda tanto interior como exterior, de forma funcional o sólo visual. Se usa también como reemplazo del cordón en pijamas dándole un toque de elegancia y diferenciación.

MPS: plan maestro de producción (MPS, por sus siglas en ingles). Es un plan de producción futura de los artículos finales durante un horizonte de planificación a corto plazo, que por lo general abarca unas semanas o meses, tiene como propósito establecer el volumen final de cada producto que se va terminar en cada semana del horizonte de producción.

MRP: plan de requerimientos de materiales (MRP, por sus siglas en ingles). Es un sistema que permite emitir órdenes para la obtención de componentes necesarios de un producto final.

OJALAR: es una herramienta en forma de punta cortante, por lo tanto, se utiliza para desbaratar costuras y abrir ojales.

PERILLA O CARTERA: parte de camisa o blusa en donde se ubican los ojales y botones.

PESPUNTAR: es una serie de puntadas en uno o más materiales.

PREHORMAR: es el proceso mediante el cual se le da forma a las diferentes telas bondeadas, tanto en frío como en caliente.

REFILAR: cortar de forma línea los bordes sobrantes de una pieza con el propósito de quitar los excesos que quedan al momento de confeccionar.

REPROCESO: es volver a hacer la operación o la prenda cuando esta no cumple las normas requeridas y quedó mal procesada.

SECUENCIA: orden lógico en que se desarrollan o se integran las partes para formar una prenda.

SESGAR: inclinación, torcimiento, oblicuidad. Sentido diagonal de un material con respecto a su orillo. Tiras que se cortan diagonalmente entre 2,3 y 4 cm de ancho para terminar los orillos de una pieza o una prenda.

VAPORIZAR: mediante una plancha se aplica un poco de vapor con el propósito de quitar las arrugas de las prendas y darles una mejor apariencia.

RESUMEN

El propósito de este proyecto es entregar a la empresa un diseño de planeación jerárquica de la producción que permita gestionar de manera eficiente el uso de materias primas, mano de obra, maquinaria y capacidad con el objetivo de evitar el incumplimiento de pedidos y mejorar la eficiencia en las operaciones.

Inicialmente, fue necesario realizar un diagnóstico actual de la empresa, con el objetivo de indentificar las variables críticas de control y así saber en detalle las causas que están generando el incumplimiento de los pedidos y la ineficiencia en los procesos productivos. Luego, se agregan las unidades de camisetas, con el propósito de tener una unidad agregada con especificaciones similares, una vez agregadas las camisetas se procede a realizar una previsión de la demanda por medio de los datos históricos entregados por el gerente de la empresa que permita, de la mejor manera, describir un comportamiento futuro con el objetivo de pronosticar la demanda futura de acuerdo a su tendencia.

Una vez realizado el pronóstico agregado de camisetas, se desarrolló el plan agregado de producción, con el propósito de validar los costos e identificar la cantidad de trabajadores necesarios para el proceso de producción que permita ahorrar en costos sin afectar la elaboración de la prenda. Luego, se realizó un plan maestro de producción, con la finalidad de desagregar las unidades y saber con anticipación qué artículos y en qué cantidades deben ser fabricados en el siguiente periodo de planificación. Una vez obtenido el plan maestro de producción por referencia, se realizó el plan de requerimientos de capacidad y de materiales, con el propósito de planificar materiales, maquinaria y mano de obra para realizar en un tiempo determinado toda una serie de trabajos asignados.

Finalmente, para un manejo óptimo de todas las herramientas desarrolladas anteriormente, fue necesario sintetizar todas estas metodologías de planeación jerárquica de producción en Excel®, con el propósito de facilitar y agilizar la entrada de datos y el conocimiento de otros. Esta herramienta está dirigida al gerente de la empresa, dónde, por medio de la plataforma, controle el área de confección de las prendas de vestir y los procesos productivos.

Palabras clave: Agregar, sistema, variables, ineficiencia, desagregar, planeación, jerárquica.

INTRODUCCIÓN

Confecciones A&J S.A.S es una empresa que se dedica a prestar el servicio de maquila en confección a diferentes clientes a nivel nacional, en especial a Linea directa S.A de Medellin. En la actualidad, la empresa presenta algunos problemas en el área de confección de las prendas de vestir, ya que no se tiene establecido un sistema de planeación de la producción, que permita gestionar de manera eficiente el uso de materias primas, mano de obra, maquinaria, capacidad y así evitar el incumplimiento de pedidos a los clientes.

La empresa, en el momento, cuenta con mano de obra y maquinaria suficiente para garantizar un flujo continuo de producción, pero su eficiencia no es la mas adecuada, debido a que no se tiene establecido un control en los tiempos de producción, lo que genera procesos productivos ineficientes y operaciones que no agregan valor al producto. El desarrollo de éste proyecto busca, mediante un sistema de planeación de la producción definir el número de unidades a producir en un tiempo determinado, aprovechar de manera eficiente el uso de maquinaria, mano de obra necesaria con base a los pedidos anteriores, con el objetivo de mejorar la organización de manufactura del área de confección, reduciendo así los costos de producción y los tiempos inactivos para la fabricación de las prendas.

En éste documento se exhibió el desarrollo de un sistema de planeación jerárquica de producción, con el propósito de contribuir al mejoramiento de la productividad en la empresa Confecciones A&J. se espera que una vez implementado este sistema la empresa mejore sus procesos productivos y gestione de manera eficiente el uso de materias primas, maquinaria, mano de obra y capacidad instalada.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En la actualidad las Pyme representan la principal fuente para la generación de empleo en país, con una participación aproximadamente el 98% del sector empresarial y es parte especial del sistema económico en el país. En la actualidad, las empresas Pyme han venido creciendo de manera exponencial, destacándose en alguna de ellas el aumento de la producción, sin embargo, hay algunas que su nivel de endeudamiento es muy superior, principalmente con sus proveedores, debido al crecimiento de la demanda de materia primas e insumos. Sin duda, al no contar con los recursos suficientes para expandir su planta de trabajo y aumentar la producción, estas empresas no logran ser competitivas¹.

Confecciones A&J se encuentra dentro de la industria de fabricantes de ropa al mayoreo, su producción es bajo pedido, por lo que presenta un nivel muy bajo de inventario, sus diseños están dirigidos a hombres, mujeres y niños. Cuenta con una fuerza laboral de 14 empleados y su principal objetivo es obtener utilidades a través del servicio de maquila de confecciones a diferentes clientes en principal a Linea Directa S.A.S de Medellín Antioquia.

Inicialmente, para planear el proceso de confección, es necesario revisar la maquinaria e implementos, luego de esto se planea el montaje, es decir, el flujo del producto. El problema radica inicialmente en los procesos productivos, debido a que no se realizan de la manera más adecuada, por consiguiente, se presentan retrasos en las líneas de producción y acumulación de material.

El área en donde se confeccionan las prendas, cuenta con la mano de obra y los equipos suficientes para garantizar un flujo continuo de producción, pero su eficiencia no es la más adecuada, debido a que no se tiene establecido un sistema de planeación de la producción. Por consiguiente, las cantidades de prendas solicitadas por el cliente, no coincide con las cantidades producidas, ocasionando problemas con la demanda establecida.

¹ OTERO PEÑALOSA, Mónica Eugenia, GUARNIZO DUEÑAS, José Alberto. Internacionalización de las pymes del sector textil, confección, diseño y moda en Bogotá, Colombia [en línea]. Cali: Univeridad Autònoma de Occidente, 2013 [Consultado el 28 de abril del 2016]. Disponible en Internet: <http://www.uao.edu.co/sites/default/files/Penalosa.pdf>

La inadecuada gestión en el área de producción, la falta de procesos normalizados de planeación de producción, de aprovechamiento de fuerza laboral y capacidad instalada, son algunas causas que impactan de manera negativa a la eficiencia de la empresa.

Es necesario que la empresa Confecciones A&J desarrolle un sistema de planeación de la producción que incida directamente en las operaciones de los procesos productivos, con el objetivo de aprovechar de manera eficiente la fuerza laboral y capacidad instalada, reduciendo así, los costos de fabricación y de materias primas.

Este proyecto tiene como propósito brindar a la empresa Confecciones A&J, las herramientas adecuadas que permitan aprovechar de manera eficiente la fuerza laboral, la capacidad, la maquinaria y materias primas para la producción. Aplicando los conceptos de planeación de la producción, se espera que la empresa cumpla con la demanda estipulada por el cliente y aumente su eficiencia.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con base en lo anterior se busca dar respuesta mediante una serie de interrogantes que están directamente relacionadas con el problema central.

¿Cómo implementar un modelo de planeación jerárquica de la producción en la empresa Confecciones A&J?

Con base a la pregunta principal se despliegan una serie de cuestionamientos que servirán de soporte para dar solución a la pregunta anterior.

- ¿Cuáles son las causas principales que afectan a la producción en la empresa Confecciones A&J S.A.S?
- ¿Cómo la evaluación de un modelo de gestión de la demanda permite predecir su comportamiento?

- ¿Con base a las metodologías de planeación de la producción, que modelo se ajusta mejor en la empresa Confecciones A&J S.A.S?

2. JUSTIFICACIÓN

Confecciones A&J es una empresa dedicada a la fabricación de prendas de vestir, se encuentra dentro de la industria de fabricantes de ropa al por mayor, sus diseños van dirigidos a hombres, mujeres y niños y su objetivo principal es obtener ganancias a través del servicio de maquila en confecciones.

El sistema de planeación de la producción le brinda a la empresa la capacidad de regular con anticipación los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, con el fin de realizar la fabricación de los productos por anticipado y así evitar el incumplimiento de los pedidos y sobrecargas de producción.

Este proyecto tiene como propósito concederle a la empresa, un sistema de planeación jerárquica de la producción, que permita reducir los costos de producción y aprovechar la capacidad y fuerza laboral disponibles. Así mismo, que garantice el flujo adecuado de materias primas para la producción para lograr, una sincronización eficiente en el área de operaciones. De acuerdo con lo anterior, con un buen diseño de planeación de la producción en la empresa Confecciones A&J se verán beneficiados los siguientes grupos de interés:

La empresa, que tiene como beneficio, después de cumplir con los objetivos propuestos, adoptar un diseño de planeación de la producción, mejorando la eficiencia en sus operaciones. Por otro lado, mediante una buena planeación de la producción la empresa puede captar nuevos clientes a futuro y, por tanto, se le puede dar una certeza del cumplimiento de los pedidos.

Los operarios, que tienen como beneficio, una reducción en el esfuerzo que realizan en cada actividad, evitarían los tiempos inactivos y tendrán mayor control en la producción, por consiguiente, se reducirá el estrés por parte de ellos, y el desempeño laboral mejoraría.

Los clientes, que serán beneficiados con este proyecto ya que se les cumplirá en su totalidad con los pedidos establecidos y así mejorar la satisfacción del cliente, con el propósito de captar nuevos clientes a futuro, lo que genera para la empresa mayores utilidades y rentabilidad.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de planeación jerárquica de la producción en la empresa Confecciones A&J S.A.S para la gestión eficiente en el uso de materias primas, maquinaria y fuerza laboral minimizando los costos de producción.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de la producción, con el fin de identificar las variables y puntos críticos de control.
- Evaluar un modelo de gestión de la demanda que permita predecir, el comportamiento de la demanda futura.
- Desarrollar las metodologías de planeación jerárquica de producción, que permita gestionar de manera eficiente el uso de materias primas, maquinaria y fuerza laboral, con el fin de disminuir los costos de producción y mantener el flujo adecuado en el área de operaciones.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. MARCO CONTEXTUAL

4.1.1 La empresa. Confecciones A&J S.A.S es una empresa dedicada a la industria de confecciones perteneciente a los fabricantes de ropa al por mayor, sus diseños están dirigidos a hombres, mujeres y niños por el momento. Está ubicada en la Carrera 8 41-41 El troncal, diagonal al parque de la caña. Esta empresa pertenece al sector privado y fue fundada el 4 de septiembre del 2014. Es una empresa nueva en comparación con otras dedicadas a las confecciones, pero ha venido creciendo con el pasar del tiempo. Inicialmente empezó con dos empleados y ahora cuenta con 14 empleados que se considera una cantidad aceptable de mano de obra para la elaboración de sus productos. Su principal cliente es Línea directa S.A.S de Antioquia, que consigna las ordenes de producción y son transportadas a Cali por Envía, flete pagado por Línea Directa y estas órdenes llegan al día siguiente. Confecciones A&J compra los hilos a Coats Cadena de Pereira y estos hilos llegan al otro día. La planta cuenta con 18 máquinas hasta el momento y están ubicadas en paralelo.

4.1.2 Misión. Fabricar y maquilar ropa para damas, caballeros y niños aportando valor a nuestros clientes a través de un excelente servicio en la confección de prendas de vestir, mediante procesos de producción eficientes y de alta calidad, con un óptimo capital humano y un clima laboral positivo, generando la más alta confiabilidad en nuestros servicios. Nos basamos en principios de ética, generando relaciones duraderas y de confianza con nuestros clientes, proveedores y empleados.

4.1.3 Visión. Para el año 2020, Confecciones A&J S.A.S, será una compañía con un alto reconocimiento a su calidad en el servicio de confección a nivel nacional, logrando diferenciarse como una de las mejores empresas del sector y garantizando su sostenibilidad mediante un crecimiento rentable en sus diferentes frentes de negocios.

4.1.4 Valores. En toda empresa u organización, es necesario que existan valores, ya que son ellos los que describe de manera concreta lo que es la empresa y lo que trasmite hacia sus empleados. Confecciones A&J S.A.S es una organización enfocada a la producción de prendas de vestir, es una empresa pequeña, por lo tanto, el ambiente que se debe manejar dentro de ella, debe ser el más apropiado para fomentar el buen clima laboral, algunos de los valores que identifican a la empresa Confecciones A&J S.A.S son:

Respeto. Trabajamos respetando siempre a nuestros colaboradores y compañeros de labor, en un ambiente de lealtad, honestidad y compromiso.

Responsabilidad social. Fomentamos un óptimo clima laboral, proporcionando trabajo digno y legal, que proporcione beneficio social y alternativas de desarrollo personal y familiar a todos nuestros colaboradores.

Productividad y servicio. Trabajamos para satisfacer siempre las necesidades de nuestros clientes, mejorando continuamente nuestros procesos y optimizando nuestras inversiones en procura de la excelencia operacional.

Calidad. Los productos o servicios ofrecidos por confecciones A&J son de excelente calidad, generando así una satisfacción al cliente deseado.

5. ESTADO DEL ARTE

Para abordar la problemática que se presenta en la empresa Confecciones A&J debido a la falta de un sistema de planeación de la producción. Se realizó una investigación detallada en la base de datos y el repositorio que brinda la Universidad Autónoma de Occidente, con el propósito de obtener una visión más detallada de cómo dar solución al problema existente. Mediante el enlace de biblioteca que está disponible en la página de la universidad, se buscaron artículos, tesis e investigaciones acordes al tema abordar, identificando el problema, la metodología y los resultados obtenidos. Para delimitar un poco el número de artículos, se realizó la búsqueda a partir del año 2005 al 2015 con palabras claves como: Planeación y control, control de la producción, mejoramiento de la producción, confecciones y eficiencia.

Inicialmente, se encontraron varios artículos relacionados a la planeación y control de la producción. De tal manera que en la tesis de Villay Pereira, Alejandro². Titulada “análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción en una empresa de confecciones”. Aborda una problemática enfocada a la falta de procedimientos normalizados de planeación de compras de insumos y la ausencia de flujos de información o materiales, ocasionando atrasos e incumplimientos en los pedidos. El propósito fue rediseñar el sistema de planeación y control de la producción con el objetivo de incrementar la productividad mediante las herramientas que permitan disminuir el incumplimiento de los pedidos. La metodología que siguió fue: primero se realizó un diagnóstico actual de la empresa en donde se tuvo en cuenta la contextualización del proceso en general, es decir, primero se hizo una descripción de manera global de lo que realiza la compañía, mediante entrevistas y participando en reuniones con los directivos. Luego realizó una evaluación sobre cuál metodología de planeación y control de la producción centrarse, esto lo hizo mediante un diagrama de flujo para cada área y por último, luego de haber definido la metodología más adecuada para aplicar, el paso que siguió fue desarrollar una guía, con el propósito de mejorar el cumplimiento de los pedidos. Este proyecto tuvo como resultado un mayor control en los artículos disponibles, se mejoró la fecha de entrega de los pedidos y la satisfacción al cliente. En conclusión, mediante el diagrama Ishikawa se identificaron las causas que originaban el incumplimiento de pedidos y analizaron en cada uno de los procesos involucrados, no obstante, mediante la evaluación de las técnicas de planeación de la producción se logró establecer qué herramientas podían aplicar en la organización, las cuales eran: pronósticos estacionales, plan maestro de

² PEREIRA VILLAY, Alejandro. Análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción en una empresa de confecciones. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013 [consultado el 10 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/5333>

producción y planificación de los requerimientos de materiales, debido a que la empresa trabaja bajo pedido y subcontrata la producción de las prendas pagando una tarifa única para todos los talleres de los cuales la empresa tiene convenio.

En el trabajo de grado titulado “Mejoramiento del sistema de planeación de la producción en la empresa Icomallas S.A” de Diaz Ramirez, Alexander³, se evidencia una problemática en el cumplimiento de entregas y desorden en el interior de la compañía por falta de un control. El propósito de este proyecto de grado fue mejorar el sistema de planeación de producción mediante el uso de los métodos enfocados a la planeación como son: pronóstico de la demanda y plan maestro de producción, con lo cual se obtuvo como resultado un sistema que permitió a la empresa tener una visual de lo que enfrenta a corto, mediano y largo plazo y una visión del estado actual de la empresa en cuanto a su capacidad para producir y a los recursos necesarios para cumplir con el plan de producción. En conclusión, luego de realizar en diagnóstico actual, se estableció el método más adecuado para pronosticar de acuerdo a la naturaleza del negocio, el cual le permitió a la empresa tener una visual a futuro y que acciones debe tomar con base a la proyección del pronóstico. Además, el plan maestro de producción permitió establecer la capacidad disponible para producir los recursos necesarios y así cumplir con el plan maestro de producción.

Mediante una investigación más profunda se encontró el trabajo de grado de Moran Rodriguez, Aura Rosa⁴. Titulado “Diseño del sistema de planeación, programación y control de la producción en la cooperativa de trabajos asociado Alfareros de Barrancabermeja-Cootrasalba”, en donde se evidenció una deficiencia en los procesos de planeación y control de la producción. El propósito de este proyecto fue realizar un plan maestro de producción y un plan detallado de las condiciones de la planta con el objetivo de tener un mayor control de los inventarios de materia prima, productos en proceso y productos. Para lo que se utilizaron las herramientas básicas de planeación y control de la producción como: control de inventarios, administración de la demanda, plan maestro de producción. Con lo que se obtuvo como resultado un diseño de una herramienta en Excel® que sirvió para desarrollar toda la programación de la producción y la implementación de varios formatos para controlar, verificar y evaluar todos los

³ DIAZ RAMIREZ, Alexander. Mejoramiento del sistema de planeación de la producción en la empresa Icomallas S.A. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2014 [Consultado el 10 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/7754>

⁴ MORAN RODRIGUEZ, Aura Rosa. Diseño del sistema de planeación, programación y control de la producción en la cooperativa de trabajo asociado alfareros de Barrancabermeja – COOTRASALBA. Colombia [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2005 [Consultado el 10 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://tangara.uis.edu.co/>

procesos de producción de la planta. En conclusión, con base en el análisis general del área de producción, se evidenció que la planta productora de ladrillo tecnificado estaba produciendo por debajo de su capacidad, debido a la falta de orden en la realización de las actividades logísticas del proceso, no obstante, para el manejo de las herramientas de planeación y control de la producción, fue necesario capacitar a uno de los asociados en la herramienta de Excel®, con el propósito de definir qué días se debía realizar cada actividad en el área de producción.

A continuación, en el trabajo de grado de Mora Gomez, Laura Sofía⁵, titulado “Mejoramiento de los procesos del área de producción de confecciones El Nogal Ltda.” en donde se evidenció una problemática relacionada especialmente con tres factores; primero, la tecnología que la empresa dispone para sus procesos de confección; segundo, la ausencia de estándares de producción; tercero, una deficiente distribución en la planta de producción en relación con la capacidad que dispone. Para dar solución a esta problemática se siguió una serie de metodologías enfocadas a la planeación de producción como son: Las 5S, elaboración de fichas de control, diagramas de flujos y la propuesta realizada por Jairo Humberto Torres Acosta en su libro titulado “Planeación agregada para Pyme”. Estas metodologías dieron como resultado un mejor control en los sistemas de producción y un mejor aprovechamiento de la planta. En conclusión, mediante las herramientas aplicadas se incrementó la eficiencia de la empresa, se cumplió con las fechas de entrega a los clientes; además, mediante el estudio de tiempos, se estandarizaron y organizaron las operaciones del proceso de confección, con el propósito de reducir el tiempo de producción, también, se incrementó la calidad del producto, y se redujo el porcentaje de rechazos, finalmente, se logró convertir la metodología de producción de tipo halado en un hábito y no como técnica.

El siguiente trabajo de grado titulado “Diseño de un sistema de planeación de producción en el área de plásticos de la empresa EPI.S.A.S”, del autor Clavijo Becerra, Christian⁶, evidencia una problemática al no tener un sistema de planeación de la producción y programación estándar, lo que causa que la eficiencia de la empresa no sea la más óptima. La falta de estandarización de los procesos productivos dentro de la empresa tiene como resultado tiempos de ciclo

⁵ GOMEZ MORA, Laura Sofía. Mejoramiento de los procesos del área de producción de confecciones el Nogal Ltda. Colombia [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016 [Consultado el 7 de abril del 2016]. Disponible en internet: www.repositorio.uis.edu.co

⁶ CLAVIJO BECERRA, Christian. Diseño de un sistema de planeación de producción en el área de plásticos de la empresa EPI. S.A.S. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013 [Consultado el 7 de abril del 2016]. Disponible en internet: <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/6878>

variables, lo que afecta de manera directa la producción y de esta manera se genera pedidos faltantes y sobrecostos de producción. La metodología que se utilizó para abordar esta problemática fue la siguiente: inicialmente se obtuvo la información necesaria para desarrollar el diagnóstico actual de la empresa, con el fin de obtener información acerca del manejo de la planeación de producción y de la comunicación que manejan las diversas áreas encargadas del proceso. Además, se realizó una previsión de la demanda por medio de datos históricos. Después de realizar el pronóstico de la demanda, se desarrolló la planeación agregada con el propósito de agrupar productos que tengan especificaciones similares. Finalmente, para garantizar un manejo óptimo de las herramientas de planeación de la producción utilizadas en este artículo, fue necesario sintetizar toda esta información en una hoja de Excel® con el fin de brindar facilidad a la hora de manipular los datos. Con base en esto se logró diseñar un sistema de planeación de la producción que permitió mejorar los niveles de servicio al cliente y reducir los costos de inventarios.

Por otra parte, el artículo de Ortiz Triana, Viviana Karolina y Caicedo Rolon, Álvaro Junior⁷, titulado “Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa” comenta sobre el diseño de la programación óptima de una pequeña empresa de calzado, en donde, por medio de un estudio, se identificaron las restricciones que posee el sistema productivo con el fin de desarrollar un modelo matemático basado en la teoría de restricciones en conjunto con la investigación de operaciones, específicamente en la técnica de programación lineal. Con la aplicación de esta herramienta se tuvo como resultado las cantidades óptimas de fabricación maximizando el *throughput*. Además, el estudio permitió identificar la operación crítica del sistema productivo, a partir de lo cual se identificaron los escenarios y oportunidades para el aprovechamiento de sus recursos. El modelo matemático y el proceso de programación a partir de la teoría de restricciones que representa la programación óptima de la producción, puede implementarse en pequeñas empresas que presenten las mismas características del caso de estudio.

⁷ ORTIZ-TRIANA, Viviana Karolina. CAICEDO-ROLON, Álvaro Junior. Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado. Colombia [en línea]. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, 2014 [Consultado el 11 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433597002>

El siguiente trabajo de grado del autor Samaca Lopez, José Fernando⁸, titulado “Planeación y programación del proceso de compras e inventarios para la empresa Castrillón Manjarres y Cia S. C”, evidencia una problemática en su proceso de compras e inventarios, ya que se realiza de forma manual lo que ocasiona faltantes de materiales, conlleva a retrasos del cronograma de las obras, genera incumplimiento en las fechas de entrega y causa que los cronogramas que maneja la empresa, sean muy estrechos y las actividades dependan unas de otras. La metodología que siguió fue la siguiente; Primero, se realizó una revisión y recolección de datos; segundo, se analizó la información obtenida con el propósito de realizar la simulación de los pronósticos de materias primas, además, se efectuó un costeo Abc con el fin de determinar aquellos materiales que tienen mayor impacto económico y sobre estos se ejecutó un mayor control de su consumo y utilización; tercero, se generó un plan agregado de producción, con el fin de determinar las cantidades y recursos necesarios; cuarto, una vez desarrollado el plan agregado se realizó el plan maestro de producción, el cual contiene la especificación completa de los materiales e insumos necesarios para realizar la obra, como resultado del plan maestro, se construyó el Boom y se actualizó el registro de inventarios, este proyecto tuvo como resultado el conocimiento de nuevas herramientas y le permitió a la organización agilizar sus procesos de costeo de manera más eficiente y ordenada, con el propósito de tener un mayor control de sus procesos e inventarios.

En conclusión, los artículos mencionados consignan trabajos de grado y sirven de gran apoyo para identificar las metodologías utilizadas para dar solución al problema de estudio, además, permiten al lector una clara descripción de la planeación del proyecto que se realizó durante el periodo determinado. Algunos métodos hacen referencia a diagramas de Ishikawa, planeación y control de la producción, plan agregado de producción, plan maestro de producción, plan de requerimientos de materiales, plan de requerimientos de capacidad.

⁸ SAMACA LOPEZ, José Fernando. Planeación y programación del proceso de compras e inventarios para la empresa CASTRILLON MANJARRES y CIA S. EN C. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013 [Consultado el 11 de marzo del 2016] Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/4989/1/TID01371.pdf>

6. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan conceptos importantes para desarrollar la metodología del proyecto, se presentan algunas definiciones, conceptos, métodos y técnicas relevantes para la comprensión de las herramientas y procedimientos a utilizar para la solución del problema.

6.1. PLANEACIÓN JERÁRQUICA DE LA PRODUCCIÓN

Según Sipper⁹ en el entorno productivo la demanda es cambiante, es decir, no es fácil predecir exactamente lo que se va producir en un determinado tiempo, debido a esto, es recomendable determinar un plan de producción, que identifique qué producir, cuándo producir y cuánto producir, con el propósito de hacer coincidir la tasa de producción con la tasa de la demanda y no incurrir en unidades faltantes o exceso de inventario.

En un enfoque jerárquico, la producción se planea para diferentes horizontes de tiempo, similar al pronóstico, sin embargo, para planear la producción existen tres horizontes de tiempo, el corto, mediano y largo plazo. Es importante mencionar, que se debe seguir la secuencia, es decir, primero se desarrolla el plan a corto plazo y las decisiones que se tomen en dicho plan, se convierten en insumos de entrada para elaborar el plan a mediano plazo. El enfoque de abajo hacia arriba inicia desde un plan a corto plazo y trabaja hacia un plan a largo plazo.

Los planes trabajan en un horizonte cambiante, es decir, un plan se desarrolla para todos los periodos en el horizonte, pero en el siguiente periodo se elabora un nuevo plan, es decir, en un horizonte de enero a junio, cuando se realiza el plan para el mes de febrero, el plan del mes de enero se congela, es decir, se recomienda tomar las decisiones con base al nuevo plan.

El plan a largo plazo tiene un horizonte de tres a diez años aproximadamente, y se actualiza cada año, es decir, este plan no requiere de actualizaciones constantes, los insumos para este plan a largo plazo son los pronósticos agregados a largo plazo y la capacidad real de la planta.

⁹ SIPPER, Daniel. Planeación y control de la producción. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México D.F., 2008. p. 176 – 177.

El plan a mediano plazo tiene un horizonte de seis meses a dos años, la entrada incluye decisiones sobre capacidad y productos del plan a largo plazo, las unidades están agregadas, pero en este plan se agregan por familia de productos, las decisiones de este plan son; la variación de la fuerza laboral, es decir, contratar y despedir trabajadores, adquirir máquinas adicionales, subcontratación y fuerza laboral con horas extras.

El plan a corto plazo tiene un horizonte de una semana a seis meses, y requiere de actualizaciones constantes ya sean diarias o semanales, la elaboración de este plan tiene como propósito determinar el tiempo en que se realiza un producto y en que máquina, las unidades pueden ser productos específicos y la capacidad puede ser las horas disponibles en una máquina dada. No obstante, este plan determina el tiempo extra y el tiempo sobrante.

6.1.1 Planeación agregada. Para Sipper¹⁰ los tres aspectos más importantes de la planeación agregada son; primero, la capacidad que es la que define cuánto puede fabricar un sistema de producción para satisfacer la demanda, lo recomendable es que la capacidad del sistema sea mayor que la demanda, pero el exceso de capacidad es costoso, a corto plazo se pueden hacer cambios, pero pequeños, los grandes cambios requieren tiempos más largos. La capacidad y la demanda se miden en las mismas unidades; segundo, están las unidades agregadas, en donde, los planes de producción algunas veces incluye varios productos realizados de diversas maneras, debido a esto, si los productos son del mismo proveedor o comparten operaciones similares, es recomendable trabajar como una unidad agregada. De acuerdo a lo anterior, los planes a largo plazo se llaman planes de capacidad y requieren un mayor detalle, los planes a mediano plazo se denominan planes agregados, es importante mencionar que la capacidad se debe medir en las mismas unidades en que se mide la planeación agregada; tercero, los costos, es importante identificar los costos de producción debido a que al aplicar las estrategias de planeación agregada se puede verificar cual es el plan más económico para la empresa y así tomar decisiones, los costos afectan al plan de producción son: los costos de producción, los costos de inventario y los costos de cambiar la capacidad afectan el costo de producción, es decir, contratar, despedir.

Para el desarrollo del plan agregado de producción existen varias estrategias y pueden ser aplicadas según la naturaleza del negocio. A continuación se presentan algunas estrategias de planeación agregada:

¹⁰ SIPPER, Daniel, Op. cit., p. 177 – 189.

El plan inventario cero (plan de lote por lote), produce la demanda exacta en cada periodo, no se almacena lo que requiere una fuerza de trabajo variable (contratar y despedir).

$$\text{Ecuación 1: Trabajadores necesarios} = \frac{\text{Demanda/mes}}{\left(\frac{\text{dias}}{\text{mes}}\right) * \frac{\frac{\text{unidades}}{\text{trabajador}}}{\text{dia}}}$$

El plan de fuerza de trabajo nivelada, fabrica una cantidad constante de cada periodo. Las variaciones de la demanda se satisfacen manteniendo un inventario.

Los planes de producción mixtos permiten inventarios, órdenes atrasadas y fuerza de trabajo variable. Son superiores a las estrategias puras y disponen de inventario como la fuerza de trabajo cambiante

Luego, es necesario realizar una comparación de planes, inicialmente, se han explorado cuatro planes: inventario cero, fuerza de trabajo constante con faltantes, fuerza de trabajo constante sin faltantes y un plan mixto. El plan mixto es el menos costoso y lo más probable es que sea el preferido. Sin embargo, otros planes terminan con niveles de empleados distintos, por lo que la demanda anticipada más adelante puede afectar el plan que se elija. Si se tiene el nivel de fuerza de trabajo deseado al final de junio, se puede agregar el costo de ajustar el número de trabajadores en cada plan al costo total.

6.1.2 Plan maestro de producción. Según Pascual¹¹ el plan de maestro de producción indica las cantidades de cada producto que van a fabricarse en cada uno de los intervalos en que se ha dividido el horizonte. Puesto que existen restricciones de capacidad en las instalaciones y máquinas que componen el sistema productivo propio de la empresa. El plan maestro definitivo debe ser objeto de algunas comprobaciones para garantizar hasta un nivel razonable que es factible o realizable.

Otro concepto de plan maestro de producción lo da Norman¹² que dice que el plan maestro de producción establece el volumen final de cada producto que se va

¹¹ PASCUAL COMPANYS, Ramón; FONOLLOSA I GUARDIET, Joan B. Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. Barcelona: . MARCOMBO, S.A.,2009. p. 27-30.

¹² NORMAN, Gaither; GREG, Fraizier. Administración de producción y operaciones. Octava edición Edit. Thomsom, 2008. p. 62-63

terminar cada semana del horizonte de producción a corto plazo. Los productos finales son productos terminados o componentes embarcados como productos finales. Los productos finales pueden embarcarse a clientes o ponerse en inventario. Los gerentes de operaciones se reúnen semanalmente para revisar los pronósticos del mercado, los pedidos de los clientes, los niveles de inventarios, la carga de instalaciones y la información de la capacidad, de manera que puedan desarrollarse los programas maestros de producción.

Algunos objetivos del plan maestro de producción toma la capacidad de producción a corto plazo, determinada por el plan agregado y asigna a pedidos de producción finales. El objetivo del plan maestro de producción se traduce en 2 ítems.

- Programar los productos finales para que se termine con rapidez y cuando se haya comprometido ante los clientes.
- Evitar sobrecargas y subcargas de las instalaciones de productos, de manera que la capacidad de producción se utilice con eficiencia y resulte bajo el costo de producción.

6.1.3 Obtener el plan maestro de producción. El plan maestro de producción¹³ se obtiene a partir de la demanda pronosticada. El siguiente paso a seguir, es hacer un plan que se ajuste a lo definido en el plan agregado, en donde se deben considerar los siguientes aspectos:

- Necesidades de entrega de los clientes.
- Definir niveles de inventario.
- Ajustar los niveles de capacidad con los de producción.
- Ajustar los planes según la estrategia de producción de la empresa (inventario cero, horas extras y mixta).

¹³ INGENIO EMPRESA. Para la gestión del negocio. [en línea] [consultado el 02 de febrero del 2017]. Disponible en internet: <http://ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps/>.

De acuerdo con lo anterior, la ecuación para el cálculo del plan maestro de producción es el siguiente:

$$\text{Ecuación 2: } I_t = I_{t-1} + Q_t - \max. \{F_t, O_t\}$$

Dónde:

I_t = inventario de producto terminado al final de la semana t

I_{t-1} = Inventario inicial del producto.

Q_t = cantidad fabricada que debe completarse en la semana t (del MPS).

F_t = pronóstico para la semana t.

O_t = órdenes de los clientes que deben entregarse en la semana t

Con base en la ecuación 2 esta representa un balance de materiales, el nivel del inventario actual es igual al nivel anterior más la producción programada, menos la cantidad que se espera entregar. Si se trata de producir para inventario, se espera entregar la cantidad pronosticada, a menos que las órdenes de los clientes excedan esa cantidad, esto es $\max. \{F_t, O_t\}$

La relación del plan maestro de producción con otras áreas funcionales toma decisiones al mismo tiempo que responde a las siguientes áreas funcionales:

- Ventas: fechas prometidas al cliente.
- Finanzas: minimiza el inventario.
- Administración: maximiza la productividad y el servicio al cliente, minimiza las necesidades de recursos.
- Producción: programa nivelados y mínimos tiempos de preparación.

Las barreras en los programas de producción se puede considerar dividido en cuatro secciones cada una separada por un tiempo al que se conoce como barrera temporal.

- Congelada: incluye las semanas iniciales y no se puede modificar, excepto bajo circunstancias extraordinarias.
- En firme: puede haber cambios, pero solo en situaciones excepcionales.
- Completa: se ha asignado a los pedidos toda la capacidad de producción disponible, pero pueden hacerse cambios afectando ligeramente los costos de producción y tal vez la satisfacción del cliente.
- Abierta: No se ha asignado toda la capacidad de producción, aquí se acomoda la programación de pedidos nuevos.

6.1.4 Plan de requerimientos de materiales MRP y MRP II. Para Narasimhan¹⁴. El plan de requerimiento de los materiales inicia con base en un Programa Maestro de producción, derivado de un Plan de Producción agregado, un Sistema de Requerimiento de Materiales crea programas que identifican las partes y los materiales específicos requeridos para producir artículos finales, las cantidades exactas necesarias y las fechas en que los pedidos de esos materiales se deben expedir y recibir o completar dentro del ciclo de producción.

El plan de requerimientos de materiales se puede clasificar en 4 aspectos; primero, Mrp de ciclo cerrado, este sistema no toma en cuenta la capacidad a calcular el tamaño de los lotes de producción, el resultado es que en algunas ocasiones se puede exceder la capacidad de producción aumentando el tiempo de entrega de los productos; segundo, el Mrp II, según Sipper,¹⁵ puede verse como un método para la planeación efectiva de todos los recursos de la organización de manufactura. Una definición formal es un sistema de planeación, programación y control basado en el computador que proporciona a la administración una herramienta para planear y controlar sus actividades de manufactura y las operaciones de apoyo, y así obtener un nivel más alto de satisfacción del cliente y reducir, al mismo tiempo, los costos. El MRP II es un crecimiento del MRP, en un

¹⁴ NARASIMHAN, Sim. Planeación de la producción y control de inventarios 2 ed. México D.F. :PHH Prentice Hall Hispanoamericana, 2007. p. 350-301.

¹⁵ SIPPER, Daniel, Op. cit., p. 553.

principio, el Mrp era una herramienta computarizada para programar y ordenar materiales; tercero, el tipo de lista de materiales con niveles, el autor Narasimhan¹⁶, hace énfasis a una lista de materiales, que resulta ser un documento muy importante a la hora de establecer un sistema adecuado de control de inventarios. La lista de materiales con los niveles de sub ensambles se puede argumentar mejor con una lista que especifica la cantidad de cada parte, material o ingrediente y finalmente el árbol estructural del producto (Bom), contiene la descripción completa del producto enumerando los materiales, partes y componentes y también la secuencia de armado. Se denomina también “archivo estructural del producto” o “árbol estructural del producto”, contiene la información para identificar cada artículo y la cantidad utilizada por unidad del artículo del cual forma parte.

6.1.5 Programación y secuenciación de las operaciones. Según Sipper¹⁷ la programación de las operaciones tiene que ver directamente con la naturaleza e implementación de los centros de trabajos, ya que un centro de trabajo es el área donde se encuentran organizados los recursos productivos y donde se realiza el trabajo (una máquina, un grupo de máquinas o un área donde se desempeña un tipo concreto de trabajo).

- Programación del centro de trabajo (n tareas en una maquina).
- Control del área de taller.
- Programación del personal de servicios.

El centro de trabajo es el área de una empresa donde los recursos productivos se organizan y el trabajo se lleva acabo, puede ser una sola máquina, un grupo de máquinas o un área en donde se realiza un determinado tipo de trabajo.

La capacidad y programación se clasifica en cuatro aspectos; primero, la carga infinita, que basicamente el trabajo es asignado con base en lo que se ira necesitando con el tiempo, no considera si la capacidad de los recursos necesarios para realizar el trabajo es suficiente ni la secuencia real de las tareas que realiza cada uno de los recursos del centro de trabajo en cuestión; segundo, la carga finita, que programa con detalle cada recurso, a partir del tiempo de

¹⁶ NARASIMHAN, Sim, Op. cit., p. 307-310.

¹⁷ SIPPER, Daniel ,Op. cit., p. 488.

preparación de la máquina y la corrida requerida por cada periodo, determina con exactitud qué hará cada recurso en cada momento de la jornada laboral; tercero, la programación hacia adelante, el sistema toma un pedido y después programa cada una de las operaciones que será realizada en tiempo futuro; cuarto, la programación hacia atrás, que parte de una fecha futura y programa las operaciones requeridas en secuencia inversa.

Al momento de realizar la programación existe una pregunta con respecto a que es lo que se va programar y los procesos se limitan al uso de las máquinas o mano de obra:

- En el proceso limitado a maquinas el equipo será el recurso critico a programar.
- En el proceso limitado de mano de obra el recurso fundamental a programar serán las personas.

La programación típica y funciones de control, según Chase¹⁸, son las funciones para programar y controlar una operación alguna de estas son:

- Asignar pedidos, equipo y personal a los centros de trabajo.
- Establecer la secuencia de la ejecución de pedidos.
- Iniciar la ejecución del trabajo programado.

Además, la programación tiene en cuenta el control de la actividad productiva y se divide en:

- Revisar el avance de los pedidos y controlarlos mientras se trabaja en ellos.
- Acelerar los pedidos atrasados y críticos.

¹⁸ CHASE, ALQUILANO, JACOBS. Administración de la producción y operaciones, 10 edición. México: ,2006. p. 690

Las decisiones de programación están sustentadas en los requerimientos de las operaciones, la ruta de cada trabajo, la fila de espera, la prioridad de las tareas, la disponibilidad de los materiales y las capacidades de los recursos.

Los objetivos de la programación del centro de trabajo son necesarios conocerlos con el propósito de identificar que se puede lograr con la programación de los procesos o centros de trabajo, algunos objetivos son los siguientes:

- Cumplir las fechas de vencimiento.
- Reducir al mínimo los tiempos de entrega.
- Minimizar el tiempo y costo de preparación de las máquinas.
- Minimizar el inventario del trabajo en proceso.
- Maximizar la utilización de las maquinas o de la mano de obra.

Luego, existen ciertas normas que son necesarias a la hora de programar y saber que tarea se realizará primero con respecto a máquina o centro de trabajo, algunas de estas normas son:

- Primero en llegar, primero en ser atendido (Fcfs).
- Tiempo de operación más corto (Sot).
- Primero la fecha de vencimiento más temprana (Ddate).
- Primero la fecha de inicio más temprana.
- Primero el menor tiempo de proceso restante (por operación y no por tarea).

- Primero el menor coeficiente crítico (fecha de vencimiento - fecha actual) / (cantidad de días restantes).
- Primero el menor coeficiente de la fila (tiempo de calma restante en el programa) / (tiempo planeado restante de la fila).
- Último en llegar, primero en ser atendido.
- Orden aleatorio.

6.1.6 Planeación y control de la capacidad. Es la herramienta que permite determinar la fuerza laboral, la maquinaria y los recursos físicos con el propósito de cumplir con la meta de producción, según el autor Narasimhan¹⁹ la capacidad es la velocidad máxima a la que un sistema puede realizar un trabajo. De tal manera, el control de la capacidad se puede definir como el proceso de dar seguimiento continuo al sistema de producción, con el objetivo de verificar que no haya una mala utilización de la planta que origine pérdidas e incumplimientos con los pedidos.

Otra definición la brinda Nahmias²⁰ que dice que capacidad es la tasa máxima de producción de una organización.

- Se combina las variaciones diarias (ausentismo, fallas en el equipo, vacaciones, retrasos en la entrega de los materiales, para hacer incierta la tasa de producción de las instalaciones).
- Las tasas de producción para diferentes productos y servicios no son iguales. Deberá tomarse en cuenta la mezcla de productos para determinar la capacidad.
- Cuál es el nivel de capacidad?, ¿el máximo posible?, la capacidad basada en el calendario? ¿La capacidad basada en el uso de las instalaciones existentes?

¹⁹ Ibíd., p. 400-402

²⁰ NAHMIA Steven, Análisis de la producción y las Operaciones. Quinta edición. Bogotá Edit. McGraw Hill, 2016. cap. 1, numeral 1.11.

La utilización de máquinas y eficiencia del operador indican el porcentaje del tiempo programado que en realidad funciona una máquina. En lo que a la mano de obra corresponde, la eficiencia en las operaciones es la relación entre horas estándar y horas reales ($E=S/A$).

Es necesario tener en cuenta en que horizonte de tiempo se va trabajar. Una verdadera planeación a largo plazo responde a la pregunta que piensa hacer la compañía durante los siguientes cinco a diez años. Las decisiones respecto a que productos se ofrecerán, que plantas se construirán y que equipo importante se comprara son aspectos primordiales.

Por lo regular, la planeación de la capacidad a mediano plazo se extiende hacia el futuro en la medida que se dispone la información detallada acerca de la planeación de la producción. El programa maestro de producción especificara cantidades y fechas para todos los productos terminados. Cuando estos se han vinculado con los requerimientos y las fechas de entrega de subensamble y partes, utilizando tiempo de entrega de partes manufacturadas o compradas, se puede determinar la carga en cada centro de trabajo.

El control de los insumos evitara que se le asigne trabajo excesivo a la planta, y el control de la producción asegura que los centros de trabajo produzcan a la velocidad prevista.²¹

6.2. PRONÓSTICO

Según el autor Krajewski²² un pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación. Los métodos de pronósticos pueden basarse en métodos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles, o en métodos cuantitativos que aprovechan la experiencia administrativa y los juicios de los clientes o en una combinación de las dos cosas. Los pronósticos son muy útiles tanto para la administración de los procesos como de la cadena de valor. En el nivel de la cadena de valor, las organizaciones necesitan los pronósticos para comunicarse con los proveedores y clientes. A nivel

²¹ Planeacion y control de la capacidad." BuenasTareas.com. 05, 2016. [consultado el 7 de mayo del 2016]. Disponible en internet :<http://www.buenastareas.com/ensayos/Planeacion-y-Control-De-La-Capacidad/23693820.html>.

²² KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN Larry y MALHOTRA Manoj. Administración de operaciones. México D.F.: Person educación, 2008. p. 523.

de producción, los pronósticos se necesitan para diseñar los diferentes procesos que se llevan a cabo en la organización.

Los pronósticos afectan a una cantidad de áreas funcionales en una organización, el pronóstico general de la demanda se origina en el área de mercadeo. Pero es necesario que todos los clientes internos de la organización, involucrarse para que generen planes y soluciones. El área de finanzas de la organización necesita de un pronóstico para verificar el flujo de efectivo y las necesidades de capital. El área de recursos humanos necesita de los pronósticos para predecir la necesidad y contratar personal. Mercadeo es una de las áreas más importantes en la implementación de pronósticos ya que son los que se encuentran directamente relacionados con los clientes externos y, por último, operaciones necesita de un pronóstico para saber cuándo comprar materiales, la cantidad de mano de obra, los programas de inventarios, entre otras.

En lo profundo de las mayorías de las decisiones de negocio, se encuentra un objetivo a cumplir que es el de pronosticar la demanda del cliente, lo cual no es fácil hacerlo, esto debido a que la demanda de bienes y servicios varían constantemente en el tiempo.

Las observaciones repetitivas de la demanda de un servicio o producto en el orden en que son realizadas, forman un patrón que es conocido como serie de tiempo. Existen 5 patrones que son básicos para aplicar en la serie de tiempos de la demanda, los cuales son:

- Horizontal: Los datos fluctúan en torno a una media constante.
- Tendencia: El incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
- Estacional: Es un patrón que se repite de incremento o decremento de la demanda, dependiendo del día, mes y la temporada.
- Cíclica: Es un patrón de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda, los cuales son presentados en transcurso de periodos de tiempos largos.

- Aleatorio: Variación impredecible de la demanda.

6.2.1 Diseño del sistema de pronóstico. Para el autor Krajewski²³ antes de comenzar con un pronóstico de la demanda, el gerente de la empresa debe tomar 3 decisiones importantes.

La primera decisión es: ¿qué vamos a pronosticar?

Para responder a esta pregunta es necesario tener una estimación de la demanda de bienes o servicios de la compañía, puede resultar más fácil pronosticar la demanda total por grupos o conjuntos y luego derivar los pronósticos que corresponden a productos o servicios individuales. Para un buen manejo de esta primera decisión es necesario tener en cuenta los siguientes dos conceptos: el primero, nivel de agregación, es el acto de agrupar varios productos o servicios similares para que las organizaciones puedan realizar pronósticos más acertados; segundo, las unidades de medida, en lugar de usar unidades monetarias como unidad de inicio de medida, esta decisión se enfoca en que los pronósticos más útiles para la planeación y el análisis de los problemas de operación se basan en unidades de productos o servicios tales como las *SKU*, ya que los pronósticos que son provenientes de las ventas fluctúan con frecuencia. Es decir, el mejor método consiste en pronosticar la demanda y multiplicar después por el precio para tener una visión de los ingresos por ventas.

Otra decisión importante es la selección del tipo de técnica de pronóstico, que nos dice que el propósito de una empresa es elaborar un pronóstico útil a partir de los datos históricos de la organización. Para los pronósticos de la demanda se utilizan dos técnicas que son: modelos cualitativos y modelos cuantitativos.

El método cualitativo se traduce básicamente en que las opiniones de los expertos o simplemente encuestas a los consumidores que se convierten en estimaciones cuantitativas, y el método cuantitativo es lo que tiene que ver con las causas y análisis de series de tiempo, en este método se utiliza los datos históricos de la compañía. El factor clave para saber que método seguir es el horizonte del tiempo correspondiente a la decisión que se requieran pronosticar, estos procesos pueden ser a corto, mediano y largo plazo depende del pronóstico que se quiera realizar.

²³ *Ibíd.*, p. 524 – 525.

6.2.2 Método de series de tiempo. Tiene como propósito realizar un análisis de series de tiempo en donde se identifican algunos patrones fundamentales de la demanda que se combinan para producir el patrón histórico mediante la observación de la variable dependiente, luego se elabora un modelo que sea capaz de reproducir dicho patrón. A continuación, se presentan los métodos más utilizados para la previsión a corto y largo plazo en un histórico de ventas.

El pronóstico empírico es un método en el cual el pronóstico de la demanda para el periodo siguiente es igual a la demanda observada en el periodo presente. Es decir, si la demanda real del miércoles ha sido de 35 clientes, la demanda pronosticada para el jueves será de 35 clientes²⁴. La estimación promedio, es un método en el cual habla sobre cada serie de tiempo de demanda tiene por lo menos dos de los cinco patrones posible de demanda, las series de tiempo muestran únicamente un patrón horizontal y aleatorio, es decir, como no se pueden prever errores aleatorios, el propósito es centrarse con estimar el promedio. Algunas técnicas usadas son:

Los Promedios móviles simples que se usan básicamente para estimar el promedio de una serie de tiempo de la demanda, y, por lo tanto, para suprimir los efectos de las fluctuaciones aleatorias. Este método es más usado cuando la demanda no tiene tendencias pronunciadas ni influencias estacionales. La metodología de este método es básicamente calcular la demanda promedio para n periodos más recientes, esto con el propósito de usarla como pronóstico para el siguiente periodo. Para el siguiente periodo, una vez se conoce la demanda, la demanda más antigua incluida en el periodo anterior es sustituida por la demanda más reciente y luego se vuelve a calcular el promedio.

$$\text{Ecuación 3: } F_{t+1} = \frac{\text{Suma de todas las demandas}}{n} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

Dónde:

D_t = Demanda real en el periodo t

n = Número total de periodos incluidos en el promedio

F_{t+1} = Pronostico para el periodo $t+1$

²⁴ Ibid., p. 531 – 533.

El error de pronóstico es básicamente la diferencia que se obtiene al restar el pronóstico de la demanda real en cualquier determinado periodo.

$$\text{Ecuación 4: } E_t = D_t - F_t$$

Dónde:

E_t = error del pronóstico en el periodo t.

D_t = demanda real en el periodo t.

F_t = pronóstico para el periodo t.

Los promedios móviles ponderados, según Krajewsky²⁵, en el método promedio móvil simple, todas las demandas tienen la misma ponderación en el promedio, es decir, $1/n$. En el método promedio móvil ponderado cada una de las demandas históricas que intervienen en el promedio pueden tener su propia ponderación, la suma de los ponderados es igual a 1.0.

$$\text{Ecuación 5: } F_{t+1} = 0.50D_t + 0.30D_{t-1} + 0.20D_{t-2}$$

El Suavizamiento exponencial, es un método de promedio móvil ponderado muy refinado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que a las demandas anteriores. Es el método de pronóstico formal que se usa más a menudo por su sencillez y por la reducida cantidad de datos que requiere.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 6: } F_{t+1} = & \\ & \alpha (\text{Demanda para este periodo}) \\ & + (1-\alpha)(\text{Pronostico calculado para el ultimo periodo}) = \alpha D_t + (1- \\ & \alpha)F_t \end{aligned}$$

6.2.3 Modelos de cantidad de pedido fija. Según Chase²⁶ los modelos de cantidad de pedidos fija trata de determinar el punto específico, R, en que se hará

²⁵ Ibid., p 534.

²⁶ CHASE B, Richard; JACOBS Robert; AQUILANO J, Nicholas. Administración de operaciones producción y cadena de suministros. Duodécima edición. Bogotá:Edit. Mc Graw Hill, 2004. p. 555

un pedido, así como el tamaño de este, Q. El punto de pedido, R, siempre es un número específico de unidades. Se hace un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible (actualmente en existencia o pedido) llega al punto R.

La posición de inventario se define como la cantidad disponible más la pedida menos los pedidos acumulados, Este modelo equilibra los costos de preparación y los costos de inventario. Se deben tener existencias de reserva para resolver la variabilidad de la demanda. Los tamaños de lotes generados por el EOQ no siempre cubren la cantidad entera de períodos, por ejemplo. 4, 6 períodos, el lote cubrirá los períodos 1 al 4 y parte del 5 y por lo tanto en el período 5 deberá fabricarse nuevamente otro lote económico.

$$\text{Ecuación 7: } EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Dónde:

D: Demanda anual

S: Costo de preparación

H: Costo anual de llevar inventario

El ROP, sirve para identificar el punto de re orden, es decir, es un nivel crítico de inventario de modo que cada vez que el inventario llegue a ese nivel se hace un pedido Q en unidades.

$$\text{Ecuación 8: } ROP = d * TE$$

Dónde, d es igual a la demanda diaria promedio (constante) y TE es igual al tiempo de entrega en días (constante).

7. METODOLOGÍA

Este proyecto contiene un alcance descriptivo, debido a que, para identificar cómo funciona el sistema de producción, es necesario una visión analítica del sistema actual. Es decir, no es necesario tomar muestras representativas para identificar las causas que ocasionan el problema, sino, una muestra teórica, que puede ser obtenida mediante entrevistas con los operarios, grabaciones, observaciones de los casos o involucrarse directamente en el proceso e identificar mediante un análisis exhaustivo los problemas existentes en las operaciones.

El tipo de Investigación del presente proyecto es no experimental, ya que no es posible manejar las variables de planeación de la producción, es decir, se va a estudiar una situación ya existente en las empresas como es la falta de planeación de la producción de los procesos productivos con el propósito de investigar las metodologías apropiadas para su desarrollo, esto quiere decir que no se van a controlar estas variables, ya que este tipo de situación siempre está presente en las organizaciones y no es sencillo hacerlo, por lo que pueden suceder cambios repentinos a futuro, por lo tanto, se requiere de una inspección por periodos. Posterior a esto, este proyecto tiene un diseño transeccional, ya que, se van a estudiar las variables de planeación en un solo periodo de tiempo.

Este proyecto tiene un enfoque de método cuantitativo, esto debido a que se recolectarán datos históricos con el propósito de pronosticar la demanda a futuro, posterior a esto, se van a identificar las metodologías apropiadas para la planeación de la producción y, así mismo, determinar cuál es la más indicada para la empresa. También este proyecto tiene un enfoque cualitativo, esto debido a que se recolectarán datos de la producción de manera verbal o por observación, es decir, no es necesario tomar datos numéricos para obtener esta información.

Fuentes de información primaria: Datos obtenidos directamente en la empresa, entrevistas con los operarios, reuniones con el gerente de la empresa y observaciones de los procesos productivos.

Fuentes de Información secundaria: Investigación complementaria en sitios confiables de internet o libros relacionados con el tema a investigar. Esta información se investigó en la base de datos que ofrece la Universidad Autónoma de Occidente o en la biblioteca, con el propósito de obtener información sobre las metodologías de planeación de la producción.

Investigar las metodologías apropiadas para mejorar la planeación de la producción en una organización es muy importante, esto debido a que, se logra aprovechar de manera eficiente la maquinaria y fuerza laboral disponible, por consiguiente, se evita el incumplimiento de los pedidos y se tiene certeza del número de pedidos que puede producir la planta.

A continuación, se presentan las etapas del proyecto que corresponden a cada objetivo específico:

7.1 ETAPA 1: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN, CON EL FIN DE IDENTIFICAR LAS VARIABLES Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL.

En esta primera etapa, se identificaron los procesos y métodos que sigue el área de producción para la elaboración de los productos, en donde se especificó la cantidad y características de las máquinas y equipos, la cantidad de personal disponible, el volumen de existencias y tipos de materias primas y por último los métodos y procedimientos de trabajo.

Simultáneamente se recolectó la información, en donde se verificó la capacidad de cada máquina y factores de eficiencia y demora de la misma, con el propósito de proporcionar una idea de la capacidad de producción de cada máquina y de cada sección productiva de la empresa, luego se revisó la secuencia del proceso de producción, es decir, el movimiento de las materias primas a lo largo del proceso productivo y sus puntos de demora, esto con el propósito de una visión analítica de todo el flujo del proceso. Posterior a esto, se realizó la tipificación de los costos que intervienen en cada proceso en cuanto a fuerza laboral y materias primas.

7.2 ETAPA 2: EVALUACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE LA DEMANDA QUE PERMITA, PREDECIR EL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA FUTURA.

Con base en los datos históricos recolectados junto con el gerente de la empresa, se identificó la demanda y se verificó el modelo de pronóstico que la empresa utiliza en la actualidad. Luego de esto, se procedió a validar este modelo y se buscó el que mejor se ajustara con respecto a la fluctuación de las ventas en la empresa.

En esta segunda etapa se desarrolló un pronóstico de la demanda a corto, mediano y largo plazo.

7.3 ETAPA 3: DESARROLLO DE LAS METODOLOGÍAS DE PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, QUE PERMITA GESTIONAR DE MANERA EFICIENTE LOS RECURSOS DISPONIBLES DE PRODUCCIÓN.

En esta última etapa del proyecto, se tuvieron en cuenta las metodologías de planeación de la producción, que son: Plan agregado de producción, plan maestro de producción, plan de requerimientos de materiales y plan de requerimientos de capacidad, con el propósito de diseñar un sistema jerárquico de la producción adecuado para la empresa, este diseño se entregó en la herramienta Excel® para su fácil control y manejo.

8. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN

Confecciones A&J S.A.S es una empresa que presta el servicio de maquila a diferentes clientes nacionales en especial a Línea Directa S.A en Medellín, el cual tiene como compromiso, que la empresa utilice eficientemente la capacidad instalada y procesos productivos para la fabricación de las prendas que el cliente ha solicitado, por lo general estos productos cuando son entregados al cliente, son distribuidos y vendidos en diferentes modalidades.

Actualmente la empresa cuenta con mano de obra y maquinaria para generar un flujo continuo de producción, la producción es bajo pedido, por ende, su nivel de inventario es muy bajo, en la actualidad la empresa produce varias referencias de camisetas, pero para fines académicos se trabajó con las referencias que más generan valor para la empresa que son las camisetas tipo polo, camisetas tipo T-Shirt y cuello “V”. estas referencias son muy importantes para la empresa, ya que son las que más se solicitan por el cliente debido a la demanda exigente del mercado. La producción es secuencial, es decir, las máquinas están ubicadas una seguida de otra, con el propósito de garantizar un flujo continuo de producción. A continuación, se presenta una breve explicación de lo que significa para la empresa las referencias descritas anteriormente.

8.1. CAMISETA TIPO POLO, T-SHIRT, CUELLO “V”

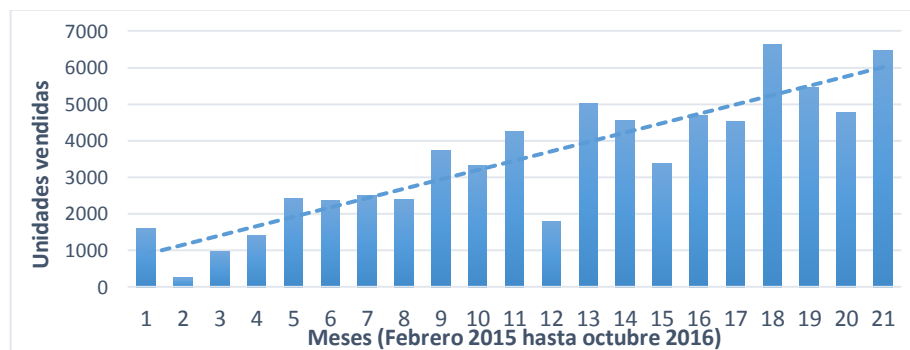
Son prendas cómodas, de tela liviana para generar frescura, juvenil vanguardista, estilizada, saliendo de los esquemas convencionales, este tipo de prenda le ofrece al cliente una gran variedad de colores y diseños, además de contar con una composición de algodón y poliéster adecuada para garantizar su durabilidad, además, no permite que la prenda se arrugue con facilidad por dicha composición y ofrece una frescura apropiada para el cliente.

El proceso de producción comienza desde que el cliente asigna la orden de fabricación y termina hasta el pago de la factura, es decir, el cliente asigna la orden de fabricación y una vez que se genera la ficha técnica el cliente envía los insumos necesarios para la fabricación de la prenda.

La empresa desde el año 2015 ha venido creciendo, lo que genera que deba tener mayor control en sus procesos productivos, debido a que muchas compañías que se dedican al comercio de prendas de vestir pueden estar interesadas en contratar el servicio de maquila que la empresa realiza, por ende, es necesario que

organización adopte un sistema de planeación de la producción, con el propósito de que sus procesos productivos sean más eficientes, que utilice adecuadamente la capacidad instalada y garantice al cliente cumplimiento de los pedidos, para así evitar los pedidos parciales y obtener como resultado clientes satisfechos. A continuación, en el gráfico 1 se presenta el comportamiento de ventas desde febrero de 2015 hasta octubre de 2016.

Gráfico 1. Comportamiento ventas



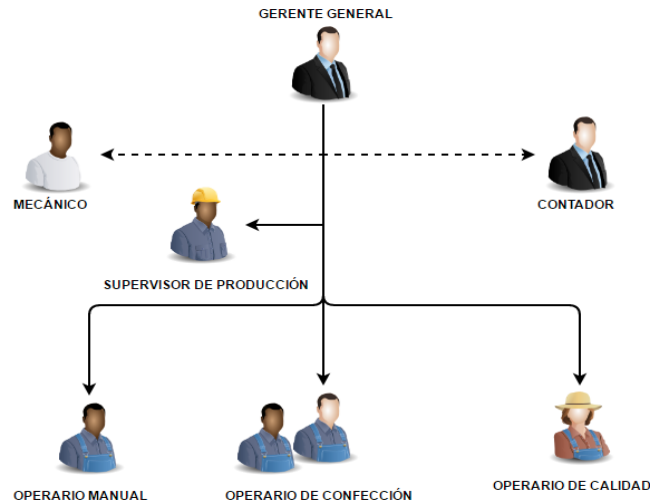
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el gráfico 1, las ventas de febrero a diciembre de 2015 fueron de 25.250 unidades, sin embargo, para los meses de enero a octubre de 2016 las ventas realizadas fueron de 47.310 unidades, lo que significa que las ventas han tenido un crecimiento del 54%. Por esta razón, la empresa debe tener un mayor control en sus procesos productivos con el objetivo de cumplir con las fechas de entrega y competir con las otras empresas que prestan el mismo servicio en la ciudad de Cali.

La estructura organizacional de la empresa se distribuye como se muestra en la figura 1: en el primer nivel está el gerente general, es el encargado de que el funcionamiento de la planta de producción esté operando de la mejor manera; en el segundo nivel está el mecánico, que es el encargado de realizar mantenimiento a la maquinaria y en el mismo nivel se encuentra el contador que es el encargado de llevar los registros financieros de la empresa; en el tercer nivel se encuentra el supervisor de producción, que es el encargado de que las máquinas y las materias primas estén en su lugar; en el último nivel, se encuentran un operario manual, un operario de confección y un operario de calidad, el operario manual es el que realiza labores de confección propiamente manuales, es decir, no utiliza maquinaria para realizar su labor, el operario de confección es el encargado de

confeccionar las prendas y el operario de calidad se encarga de revisar e inspeccionar que las prendas estén bien elaboradas.

Figura 1. Organigrama confecciones A&J S.A.S.



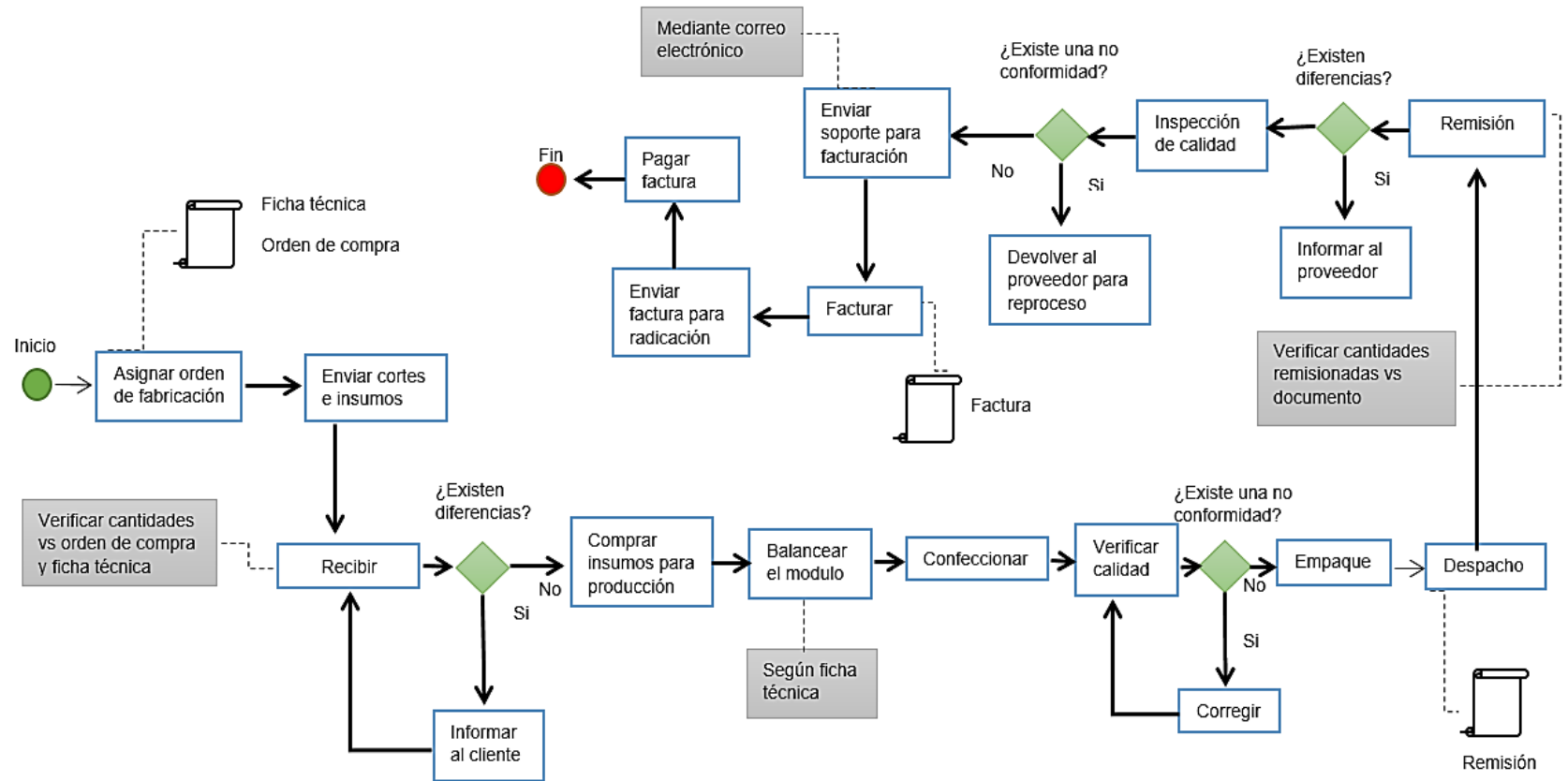
Para desarrollar el diagnóstico actual de la producción en la empresa, se realizaron recorridos presenciales por las instalaciones de la planta, con el propósito de verificar de manera visual y analítica cómo funciona el proceso de confección. Con base en la información obtenida por medio del gerente de la empresa se identificó cómo es el flujo de los procesos en la planta. A continuación, se describe cada uno de los procesos que sigue la empresa desde que el cliente asigna la orden de fabricación hasta el pago de la factura y se ilustra el proceso en el flujograma de la figura 2.

- **Asignar orden de fabricación:** El cliente asigna la orden de fabricación al mismo tiempo que genera la ficha técnica de los productos para ser entregada al gerente por medio de correo electrónico.
- **Enviar cortes e insumos:** Una vez que el cliente realiza la asignación de la orden de fabricación, el cliente procede a enviar los cortes e insumos para la fabricación de las prendas.
- **Recibir:** El gerente recibe los cortes e insumos para la fabricación, verifica las cantidades y las compara con la orden de compra y ficha técnica.

- Informar al cliente: Sólo si existe alguna diferencia al momento de comparar la orden de compra y ficha técnica, se le notifica al cliente que la información no coincide y se procede a corregir.
- Comprar insumos para la producción: Una vez que todo está en orden, se procede a comprar los insumos necesarios para la confección de las prendas.
- Balancear módulo: Al momento de confeccionar las prendas según la ficha técnica, se busca el montaje más eficiente para confeccionar con el propósito de no tener tiempos inactivos y aumentar la eficiencia en el módulo.
- Confeccionar: Una vez balanceado el módulo, se procede a confeccionar las prendas, en este proceso la confección se realiza según la ficha técnica, por lo tanto el montaje puede variar según las referencias de las prendas a confeccionar.
- Verificar calidad: El control de calidad se realiza una vez la prenda está elaborada en su totalidad, una operaria calificada para este trabajo, inspecciona la prenda de forma manual y verifica que toda la prenda esté correctamente confeccionada.
- Corregir: En este proceso, si la prenda presenta una no conformidad se procede a corregir de inmediato.
- Empacar: Una vez que la prenda haya pasado el control de calidad en calificación de “conforme”, se procede a empacar y etiquetar para ser despachada.
- Despacho: Las prendas empacadas y etiquetadas se despachan y se genera una orden de remisión.
- Remisión: En este proceso se verifica las cantidades remitidas y se compara con el documento con el propósito de ver si existe alguna diferencia.
- Informar al proveedor: Si al momento de comparar las cantidades remitidas con el documento existe alguna diferencia, se le informa de inmediato al gerente.

- Inspeccionar calidad: Si al momento de comparar las cantidades remitidas con el documento no existen diferencias, el cliente procede a realizar una inspección de calidad, con el propósito de verificar si el pedido está correcto.
- Devolver al proveedor para reproceso: Si una vez realizada la inspección de calidad se encuentra con una no conformidad, el cliente le informa al proveedor y devuelve el pedido para un reproceso.
- Enviar soporte para facturación: Una vez que el cliente está conforme con el pedido, envía el soporte para facturación, esto se realiza por medio de correo electrónico.
- Facturar: El proveedor realiza la factura con el propósito de ser entregada al cliente en donde acredita que se ha realizado la compra.
- Enviar factura para radicación: Una vez generada la factura se procede a radicarla, para ser enviada al cliente.
- Pagar la factura: Luego de que se ha radicado la factura el cliente procede a cancelar el monto que especifica la factura.

Figura 2. Flujograma del proceso.



Una vez descrito el proceso productivo por medio del flujograma anterior, se realizó una descripción puntual de los productos que la empresa “confecciones A&J S.A.S” produce actualmente. Luego de asistir a reuniones con el gerente de la empresa, se llegó a la conclusión que las referencias más significativas para la empresa son: primero, la línea de confección de camiseta T-Shirt referencia 519140; segundo, camiseta tipo Polo referencia 506612; tercero, camiseta tipo cuello “V” referencia 506310, es decir, son las que generan el mayor beneficio económico y, además, son las que más rotación tienen en la empresa. Una ventaja es que estas referencias son muy similares al momento de la confección y la secuenciación de las operaciones, aunque existen pequeñas variaciones, específicamente en la forma del cuello y en las mangas de las prendas.

Para la elaboración de las camisetas T-Shirt (Ref.519140), Polo (Ref.506612) y cuello V (Ref.506310), se identificó qué; primero, la composición de las telas es de algodón y poliéster; segundo, que la secuencia de las operaciones varía de acuerdo a la referencia; tercero, que la referencia que presenta mayor complejidad es la camiseta tipo Polo, debido a que presenta más operaciones en la secuencia; cuarto, que la referencia que necesita menos operaciones para su elaboración es la camiseta tipo T-Shirt, porque presenta menos operaciones en la secuencia de elaboración. Esta información está consignada en el cuadro 1 para permitir una mejor visualización de la información.

Cuadro 1. Relación operaciones por referencia

RELACION DE OPERACIONES POR REFERENCIAS			
OPERACIÓN	REFERENCIAS		
	CAMISETA TIPO V (506310)	CAMISTA T-SHIRT (519140)	CAMISETA POLO (506612)
MARCAR ESPALDA PARA PEGAR MARQUILLA	X	X	X
FIJAR MARQUILLA AMBOS LADOS	X	X	X
SESGAR CUELLO	X		
SESGAR V	X		
DOBLADILLAR PERILLA			X
PEGAR PERILLA			X
PESPUNTAR PERILLA			X
PIQUETEAR Y HACER ATRAQUE INF.DE PERILLA Y CAJA DE PERILLA	X		X
ASENTAR PERILLAS			X
FILETIAR PERILLA			X
UNIR HOMBROS X2	X	X	X
PESPUNTAR CUELLO		X	
MARCAR CUELLO PARA PEGAR			X
PEGAR CUELLO		X	X
ASENTAR BANDA DE CUELLO			
MONTAR MANGAS X2	X	X	X
CERRAR COSTADOS X2 FIJANDO COMPOSICIÓN	X	X	X
DOBLADILLAR RUEDO DE MANGAS	X	X	

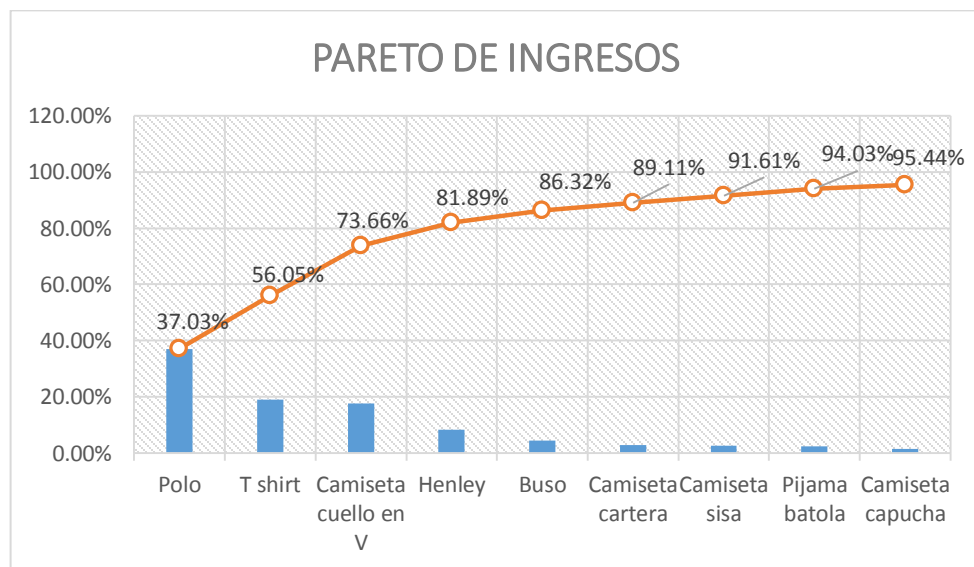
Continuación cuadro 1

DOBLADILLAR RUEDO INFERIOR	X	X	X
PUNTEAR PARA BOTONAR	X		X
OJALAR	X		X
PEGAR BOTON	X		X
PULIR Y REVISAR	X	X	X
BOTONAR	X		X
VAPORIZAR			X
TIQUETEAR Y PEGAR STIKER EN ETIQUETA	X	X	X
DOBLAR, EMPACAR Y ENCINTAR EN BOLSA PCFK	X	X	X
PEGAR STIKER EN BOLSA	X	X	X
TOTAL OPERACIONES	18	13	23

De acuerdo con el cuadro 1, se puede evidenciar que la camiseta Polo (Ref.506612) requiere 23 operaciones para su elaboración. Luego, la camiseta tipo cuello V (Ref.506310) que requiere 18 operaciones para su elaboración, y por último la camiseta T-Shirt (Ref.519140) que requiere 13 operaciones para su confección.

A continuación, en el gráfico 2, se presenta el diagrama de Pareto de las ventas, en donde se evidencia las ventas de todas las referencias que la empresa realizó desde febrero de 2015 hasta octubre de 2016. con el propósito de sustentar por qué se escogieron estas 3 referencias.

Gráfico 2. Pareto de ventas de todas las referencias.



Con base en el gráfico 2, al marcar sobre el gráfico una línea punteada horizontal sobre el valor correspondiente al 80% del porcentaje acumulado de las ventas que los productos que generan esta proporción son:

- Camiseta tipo polo
- Camiseta tipo T-Shirt
- Camiseta cuello en “v”

Son las referencias que están generando hasta el 80% de los ingresos en la empresa, por lo que los esfuerzos destinados a mejorar deben concentrarse en estos tres productos.

Luego de sustentar cuáles son las referencias que más generan impacto a la empresa, se realizó una descripción minuciosa de cada una de las referencias, en donde se pudo evidenciar la composición de la prenda, los insumos requeridos para la elaboración de la misma y la talla por referencia.

8.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS.

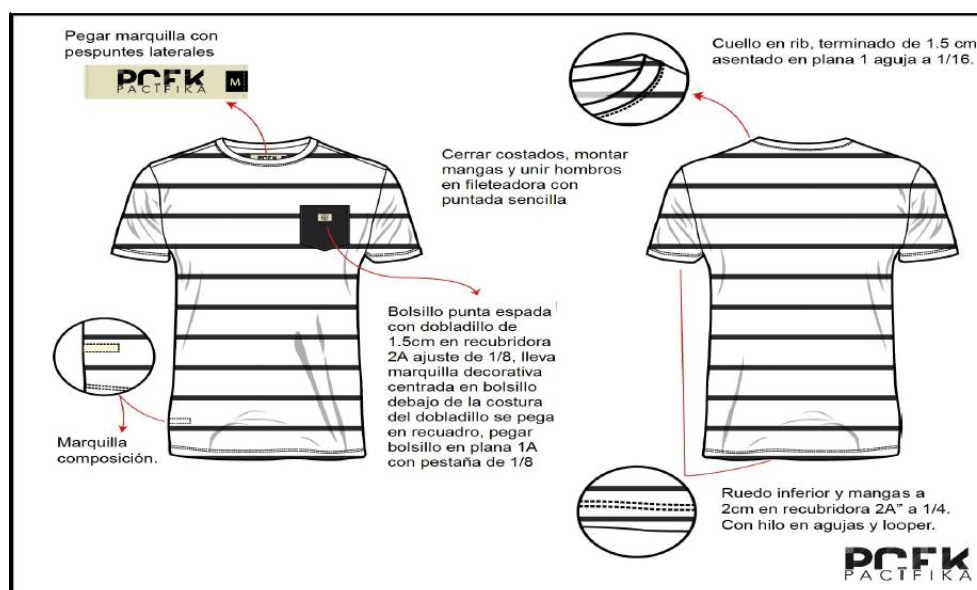
8.1.1 Referencia 519140 camiseta tipo T-Shirt. Para realizar la descripción de los productos, se tuvieron en cuenta las fichas técnicas que el cliente envía después de realizar la orden de fabricación. Estas fichas técnicas son importantes debido a que presentan información relevante para la fabricación de los productos y con base en estas fichas se inicia el proceso de confección de las prendas. En el cuadro 2, se evidencia claramente la información general de la camiseta tipo T-Shirt, en donde se describe el código del material, la descripción del catálogo, el tipo del producto y el sexo al cual va dirigido. Además, en la figura 3 se presenta la composición de la prenda, con el propósito de brindar información importante sobre el diseño y cómo debe quedar al finalizar su elaboración. En adición a lo anterior, esta ficha técnica trae consigo información detallada de las piezas que componen la prenda con su respectiva talla como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 2. Información general del diseño de la camiseta tipo T-Shirt.

MATERIAL	519140
DESCRIPCIÓN CATÁLOGO	Camiseta cuello redondo. Elaborada en algodón poliéster.
DESCRIPCIÓN BREVE	CAMISETA MANGA CORTA
MARCA	PACIFIKA
REF/HORMA/ORIGEN	519140
TIPO DE MATERIAL	PRODUCTO TERMINADO
MUNDO	HOMBRE
TIPO DE PRODUCTO	CAMISETA
CARACTERÍSTICA 1	MANGA CORTA
CARACTERÍSTICA 2	CUELLO REDONDO
FIT	SEMI AJUSTADA

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo T-Shirt. Confecciones A&J SAS. 2017.

Figura 3. Composición camiseta tipo T-Shirt.



Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo T-Shirt. Confecciones A&J SAS. 2017.

Cuadro 3. Medidas por talla camiseta T-Shirt.

TALLAS	S (cm)	M (cm)	L (cm)	XL (cm)
ANCHO ESPALDA	46	48	50	52
CUELLO X MITAD	26	27	28	29
LARGO CENTRO ESPALDA	71,6	73	74,4	75,8
LARGO CENTRO FRENTE	62	63	64	65
LARGO COSTADO	45	46	47	48
LARGO HOMBRO	13,3	14	14,7	15,4
LARGO MANGA	21	22	23	24
LARGO TOTAL	73	74	75	76
PECHO A 2 CM DE LA SISA	50,5	53	55,5	58,0
PUÑO X MITAD	16,3	17	17,7	18,4
RUEDO X MITAD	49,5	52	54,5	57,0
SISA X MITAD	26,3	27	27,7	28,4

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo T-Shirt. Confecciones A&J SAS., 2017.

Finalmente, en la figura 4 se presentan imágenes que diferencian a la camiseta tipo T-Shirt de las otras referencias, se evidencian claramente la cartera que tiene al frente y el cuello redondo que es lo que caracteriza esta prenda, además se observa la prenda finalizada y etiquetada lista para ser empacada y despachada.

Figura 4. Imágenes reales de la prenda elaborada.



Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo T-Shirt. Confecciones A&J SAS., 2017.

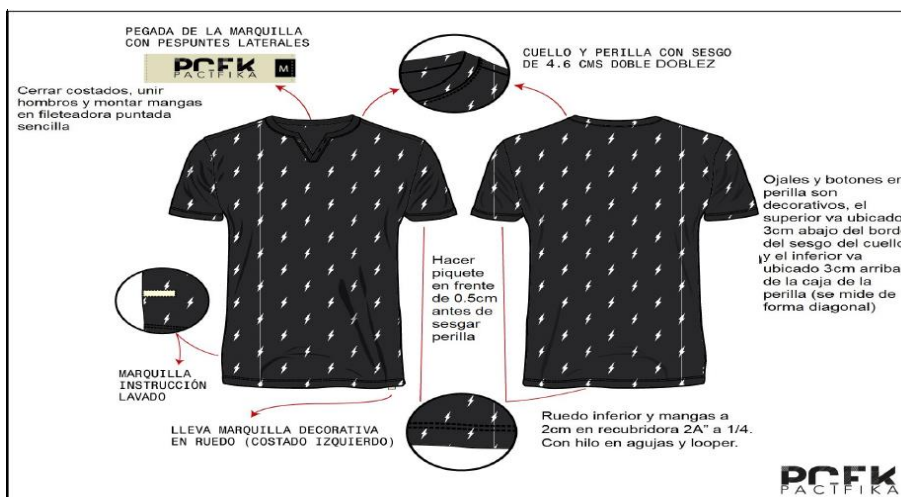
8.1.2 Referencia 506310 camiseta tipo cuello “V”. En el cuadro 4, se evidencia información importante de esta referencia, como el código del material, la marca, la información de catálogo, el tipo de producto y a qué sexo va dirigida esta prenda, además, esta ficha técnica también ofrece información acerca de la composición de la prenda con el propósito de observar las características que diferencia esta prenda con las otras referencias, como por ejemplo: el cuello y el tipo de costura como se muestra en la figura 5, en adición a lo anterior, esta ficha técnica ofrece información de las piezas que componen la prenda con su respectiva talla y unidad de medida, lo que se ilustra en el cuadro 5.

Cuadro 4. Información general del diseño de la camiseta tipo “V”.

MATERIAL	506310
DESCRIPCIÓN CATÁLOGO	Camiseta Henley. Elaborada en algodón poliéster.
DESCRIPCIÓN BREVE	CAMISETA MANGA CORTA
MARCA	PACIFIKA
REF/HORMA/ORIGEN	506310
TIPO DE MATERIAL	PRODUCTO TERMINADO
MUNDO	HOMBRE
TIPO DE PRODUCTO	CAMISETA
CARACTERÍSTICA 1	MANGA CORTA
CARACTERÍSTICA 2	CUELLO V
FIT	SEMIAJUSTADA

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo “v”. Confecciones A&J SAS., 2017.

Figura 5. Composición camiseta tipo “v”.



Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo cuello “v”. Confecciones A&J SAS., 2017.

Cuadro 5. Medidas por talla camiseta tipo “V”.

TALLAS	S (cm)	M (cm)	L (cm)	XL (cm)
ANCHO ESPALDA	44	46	48	50
CUELLO X MITAD	23	24	25	26
LARGO CENTRO ESPALDA	69,6	71	72,4	73,8
LARGO CENTRO FRENTE	52	53	54	55
LARGO COSTADO	43	44	45	46
LARGO HOMBRO	13,3	14	14,7	15,4
LARGO MANGA	20	21	22	23
LARGO TOTAL	70,4	72	73,6	75,2
PECHO A 2 CM DE LA SISA	50,5	53	55,5	58,0
PUÑO X MITAD	16,3	17	17,7	18,4
RUEDO X MITAD	48,5	51	53,5	56,0
SISA X MITAD	25,3	26	26,7	27,4

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo “v”. Confecciones A&J SAS., 2017.

Finalmente, en la figura 6 se observan algunas imágenes de la camiseta tipo cuello “V”, en donde se evidencian las diferencias importantes que tiene esta referencia con respecto a las otras dos, como son el cuello en forma de “V” y los dos botones al frente que son decorativos, además, se presenta la prenda elaborada en su totalidad con sus respectivas etiquetas lista para ser empacada y despachada.

Figura 6. Imágenes reales de la prenda elaborada.



Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo “v”. Confecciones A&J SAS., 2017.

8.1.3 Referencia 506612 camiseta tipo Polo. En el cuadro 6, se presenta información general de la camiseta tipo Polo, donde se describe el número de referencia de la prenda, la información de catálogo, la marca, el tipo de producto y el sexo al cual va dirigida esta prenda, también, en la figura 7, se muestra claramente la composición de la prenda y se describen las características importantes y las diferencias con respecto a las otras dos referencias. además, esta ficha técnica describe en detalle, en el cuadro 7, la talla que compone cada pieza de la camiseta tipo Polo.

Cuadro 6. Información general del diseño de la camiseta tipo polo.

MATERIAL	506612
DESCRIPCIÓN CATÁLOGO	Camiseta polo. Elaborada en algodón poliéster.
DESCRIPCIÓN BREVE	POLO MANGA CORTA
MARCA	PACIFIKA
REF/HORMA/ORIGEN	NA
TIPO DE MATERIAL	PRODUCTO TERMINADO
MUNDO	HOMBRE
TIPO DE PRODUCTO	POLO
CARACTERÍSTICA 1	MANGA CORTA
CARACTERÍSTICA 2	
FIT	SEMIAJUSTADA

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo polo. Confecciones A&J SAS., 2017.

Figura 7. Composición camiseta tipo polo.



Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo polo. Confecciones A&J SAS., 2017.

Cuadro 7. Medidas por talla camiseta tipo polo.

TALLAS	S (cm)	M (cm)	L (cm)	XL (cm)
ANCHO ESPALDA	46	48	50	52
ANCHO PERILLA	4	4	4	4
CUELLO X MITAD	21,5	22,5	23,5	24,5
LARGO CENTRO ESPALDA	73,5	75	76,5	78,0
LARGO CENTRO FRENTE	64	65	66	67
LARGO COSTADO	47	48	49	50
LARGO HOMBRO	15,3	16	16,7	17,4
LARGO MANGA	22	23	24	25
LARGO PERILLA	14	14	14	14
LARGO TOTAL	73	74	75	76
PECHO A 2 CM DE LA SISA	50,5	53	55,5	58,0
PUÑO X MITAD	14,3	15	15,7	16,4
RUEDO X MITAD	49,5	52	54,5	57,0
SISA X MITAD	25	26	27	28

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo polo. Confecciones A&J SAS., 2017.

Finalmente, en la figura 8 se presentan varias imágenes en donde se diferencia la camiseta tipo Polo de las otras referencias, estas diferencias son: el cuello tipo polo, el bordado de las mangas, los botones que son funcionales y están al frente de la prenda y, por último, la perilla frontal, de igual manera se puede apreciar la prenda terminada en su totalidad y lista para hacer empacada y despachada.

Figura 8. Imágenes reales de la prenda elaborada.



Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo polo. Confecciones A&J SAS., 2017.

8.2. DESCRIPCIÓN DE INSUMOS

Los insumos requeridos para la elaboración de las prendas vienen descritos en las fichas técnicas que el cliente envía una vez realizada la orden de fabricación, es importante mencionar que esta información fue suministrada por la empresa. Los insumos son asumidos por el cliente, es decir, la empresa no se encarga de comprar los insumos que intervienen directamente en la fabricación de las prendas, sino que el cliente, una vez realizada la orden de fabricación, envía los insumos para iniciar la producción. A continuación, en los cuadros 8, 9 y 10, se presentan los insumos requeridos para la fabricación de las 3 referencias de estudio.

Cuadro 8. Insumos y matriz de insumos de la camiseta tipo T-Shirt.

Material	Unidad de Medida	Ubicación	Valor Matriz	S/ RAYAS	M/ RAYAS	L/ RAYAS	XL/ RAYAS
200917 ADHESIVO CODIGO DE BARRAS	Unidad	INSUMO		2,000	2,000	2,000	2,000
200918 CINTA ADHESIVO CODIGO DE BARRAS	Unidad	INSUMO		2,000	2,000	2,000	2,000
201000 CINTA MARQUILLA COMPOSICION	Metro	INSUMO		0,027	0,027	0,027	0,027
200801 PCFK BOLSA MEDIANA 28*25,5 CM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200832 PCFK ETIQUETA ADVE MIGRACION COL 50*60MM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200825 PCFK ETIQUETA GRANDE 100*50MM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
PCFK MARQUILLA DECORATIVA	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200471 PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96MM	Unidad	INSUMO	L			1,000	
			M		1,000		
			S	1,000			
			XL				1,000
200874 TINTA MARQUILLA COMPOSICION	Metro	INSUMO		0,027	0,027	0,027	0,027

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo T-Shirt. Confecciones A&J SAS. 2017.

Cuadro 9. Insumos y matriz de insumos de la camiseta tipo cuello “V”.

Material	Unidad de Medida	Ubicación	Valor Matriz	S/ FIGURAS S30172	M/ FIGURAS S30172	L/ FIGURAS S30172	XL/ FIGURAS S30172
200917 ADHESIVO CODIGO DE BARRAS	Unidad	INSUMO		2,000	2,000	2,000	2,000
200064 BOTON (0020) PASTA 4HCB	Unidad	INSUMO	18L 14-0925	2,000	2,000	2,000	2,000
200918 CINTA ADHESIVO CODIGO DE BARRAS	Unidad	INSUMO		2,000	2,000	2,000	2,000
201000 CINTA MARQUILLA COMPOSICION	Metro	INSUMO		0,027	0,027	0,027	0,027
200466 MARQUILLA DECORATIVA	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200801 PCFK BOLSA MEDIANA 28*25,5 CM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200825 PCFK ETIQUETA GRANDE 100*50MM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200471 PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96MM	Unidad	INSUMO	L			1,000	
200471 PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96MM	Unidad	INSUMO	M		1,000		
200471 PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96MM	Unidad	INSUMO	S	1,000			
200471 PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96MM	Unidad	INSUMO	XL				1,000
200874 TINTA MARQUILLA COMPOSICION	Metro	INSUMO		0,027	0,027	0,027	0,027

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo cuello “v”. Confecciones A&J SAS., 2017.

Cuadro 10. Insumos y matriz de insumos de la camiseta tipo Polo.

Material	Unidad de Medida	Ubicación	Valor Matriz	S/ 19-4006 NEGRO	M/ 19-4006 NEGRO	L/ 19-4006 NEGRO	XL/ 19-4006 NEGRO
200917 ADHESIVO CODIGO DE BARRAS	Unidad	INSUMO		2,000	2,000	2,000	2,000
200070 BOTON (096) PASTA 2HCB	Unidad	INSUMO	15L 19-0303 NEGRO	2,000	2,000	2,000	2,000
200072 BOTON (1094) PASTA 4HCB	Unidad	INSUMO	18L 19-0303 NEGRO	2,000	2,000	2,000	2,000
200918 CINTA ADHESIVO CODIGO DE BARRAS	Unidad	INSUMO		2,000	2,000	2,000	2,000
201000 CINTA MARQUILLA COMPOSICION	Metro	INSUMO		0,027	0,027	0,027	0,027
201330 CUELLO JACQUARD	Unidad	INSUMO	XL 02-0513 BLANCO/NEGRO				1,000
			L 02-0513 BLANCO/NEGRO			1,000	
			M 02-0513 BLANCO/NEGRO		1,000		
			S 02-0513 BLANCO/NEGRO	1,000			
200955 HILADILLA	Metro	INSUMO	1 CM 12-0804 CRUDO	0,660	0,660	0,660	0,660
200801 PCFK BOLSA MEDIANA 28*25,5 CM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200825 PCFK ETIQUETA GRANDE 100*50MM	Unidad	INSUMO		1,000	1,000	1,000	1,000
200471 PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96MM	Unidad	INSUMO	L			1,000	
			M		1,000		
			S	1,000			
			XL				1,000
201329 PUÑO JACQUARD	Par	INSUMO	XL 02-0513 BLANCO/NEGRO				1,000
			L 02-0513 BLANCO/NEGRO			1,000	
			M 02-0513 BLANCO/NEGRO		1,000		
			S 02-0513 BLANCO/NEGRO	1,000			
200874 TINTA MARQUILLA COMPOSICION	Metro	INSUMO		0,027	0,027	0,027	0,027

Fuente: Ficha técnica. Línea directa. Camiseta tipo polo. Confecciones A&J SAS. 2017.

En los cuadros 8, 9 y 10 se muestra con detalle los insumos requeridos para la elaboración de la prenda por cada referencia, cada cuadro muestra el material necesario, las cantidades de insumo con sus respectivas unidades de medida, se detalla desde un botón, hasta las bolsas y adhesivos para el empaque del producto, estos insumos son importantes para la empresa debido a que, si llega a faltar una unidad de cualquiera de ellos, la producción se verá afectada. Algunos insumos en general son:

El adhesivo código de barras, son los adhesivos que se pegan en las marquillas y en las bolsas, este código de barras identifica el lote y la referencias según su talla.

El botón pasta 2HCB, es un botón de pasta que se ubica en el cuello de la camiseta con el propósito de tener posicionado el cuello, es denominado 2H porque presenta 2 agujeros.

El botón pasta 4HCB, es un botón de pasta que se ubica en la perilla de la camiseta, este botón se usa especialmente en la camiseta tipo “V” y en la camiseta tipo Polo, es denominado 4H porque presenta 4 agujeros.

PCFK marquilla mediana estampada, es una marquilla que se pega en la parte superior de la parte de la espalda de la prenda y en la parte inferior como decoración de la prenda.

PCFK bolsa mediana por 28*25.5 cm, es la bolsa donde se empaqueta la unidad de camiseta doblada.

La hiladilla, es una tira delgada de tela que se cose por debajo del cuello de la camiseta Tipo Polo.

8.3. CURSOGRAMA ANALÍTICO POR REFERENCIA

Como resultado del recorrido realizado por las instalaciones de la empresa, se identificó el flujo de operaciones que sigue cada referencia para su elaboración. A continuación, en la figura 9, se describen en detalle las operaciones que intervienen en la elaboración de la camiseta tipo cuello “V”, desde que se ubica la primera pieza para confección hasta el empaque y despacho.

Figura 9. Cursograma analítico para la camiseta tipo “V”.

Cursograma analítico									Operario	Material	Equipo
Diagrama Num.	Hoja Num. de		Resumen								
Objeto:			Actividad				Actual	Propuesta	Economía		
Proceso de confección para la camiseta tipo cuello V			Operación ○				16				
			Transporte ⇒				1				
			Inspeccion D				1				
Actividad:			Almacenamiento ▽								
Desde que se coloca la primera pieza para confección hasta empaque y despacho			Distancia (m)								
Metodo : Actual / Propuesto			Tiempo (hora-hombre)								
Lugar: Confecciones A&J S.A.S			Costos:								
Operario (s) : 14		Ficha Num.	Mano de obra								
			Materiales								
Compuesto por: John Villegas		Fecha: 10/06/2016	Totales				18				
Aprobado por:		Fecha:	Simbolo								
Descripcion		Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	Observaciones		
Desempacar insumos de tulas					x				Operaria manual		
Organizar trabajo confección					x				Operaria manual		
Transportar a primer operación						x			Patinadora		
Sesgar V					x						
Atraque perilla o atraque V					x						
Pulir hombros y filetear perilla					x						
Pegar mangas					x						
Cerrar lados					x						
Ruedo inferior					x						
Ruedo mangas					x						
Sesgar cuello					x						
Atraque cuello y pegar marquilla					x						
Colocar etiqueta decorativa					x						
Ojalar					x						
Colocar botones					x						
Pulir y refilar					x				Operaria manual		
Revisión y control de calidad							x		Operaria manual		
Etiquetar y empackar					x				Operaria plancha		

Con base en la figura 6, los procesos que intervienen en la elaboración de la camiseta cuello V son los siguientes:

- Desempacar insumos de tulas: En esta operación, la supervisora revisa los insumos que el cliente ha enviado, posterior a esto, los compara según ficha técnica y verifica que todos los cortes e insumos estén perfectos y cumplan con la ficha técnica, una vez comparados, se desempacan de las tulas para confección.
- Organizar trabajo de confección: Una vez desempacados los insumos de las tulas, la operaria procede a organizar el trabajo por referencia.

- Transportar trabajo a confección: Después de haber organizado los insumos por referencia, una operaria procede a transportar el material a la primera estación de trabajo y empezar con el proceso de confección de la prenda.
- Sesgar V: En esta operación, una operaria en la máquina recubridora procede a sesgar, sesgar es dobladillar el cuello.
- Atraque perilla o atraque V: En esta operación luego de tener el cuello correctamente sesgado, se procede a realizar el atraque perilla o atraque v, en el cual, la parte inferior de la “v” se voltea al revés y se repasa en la máquina plana para hacer que la “v” del cuello quede bien conformada.
- Pulir hombros y filetear perilla: Luego de haber realizado el atraque perilla o atraque “v”, en esta operación se procede a unir los hombros y filetear perilla, los hombros se toma la parte delantera y trasera de la prenda y pasan por la máquina fileteadora para unir cada hombro con el propósito de darle forma a la prenda. Para filetear perilla la operación consta de quitar el sobrante que queda en la parte de la “v” del cuello, en una máquina fileteadora se retira el sobrante que por lo general quedan en tiras, esto se realiza con el propósito de que el cuello en forma de “v” quede bien conformado y de una mejor apariencia.
- Pegar mangas: Una vez que se quita el sobrante, se procede a pegar las mangas, se toma cada manga y se pega en el correspondiente hombro, esta operación la realiza una operaria, quien pega una manga por vez, luego de que las mangas están pegadas correctamente se dejan abiertas para luego ser cerradas en la siguiente operación.
- Cerrar lados: En esta operación, la prenda llega con las mangas ya montadas y pasa por la máquina fileteadora con el propósito de cerrar cada lado con su correspondiente manga dándole forma por completo a la prenda.
- Ruedo inferior: Luego de haber cerrado los lados de la prenda, se procede a realizar el dobladillo inferior, esto se realiza por medio de la máquina dobladillo y se cose verificando el empate, cabe recalcar que este dobladillo lleva acorde una distancia en cm.

- **Ruedo mangas:** Una vez que se realizó el ruedo inferior, se procede a dobladillar las mangas, con el propósito de dar un acabado más estético a la prenda, el proceso consta meter cada manga en la máquina de dobladillo, nuevamente es importante aclarar que este dobladillo lleva acorde cierta distancia en cm.
- **Sesgar cuello:** En esta operación, para sesgar el cuello los hombros ya deben estar unidos, luego una operaria de máquina procede a introducir la parte superior del cuello ya unida con el hombro en la máquina recibidora para sesgar en forma redonda el cuello.
- **Atraque cuello y pegar marquilla:** En esta operación se realiza un atraque en la parte del cuello, con el propósito de que este sesgo no quede empatado con el sesgo de la parte superior de la “v”, una vez realizado el atraque cuello, se pega la marquilla, que va ubicada en la parte trasera de la espalda.
- **Colocar etiqueta decorativa:** En esta operación la marquilla decorativa se cose en el inferior de la prenda muy cerca al ruedo inferior, en ocasiones esta marquilla puede ir en forma de bandera que abraza la parte inferior del cuello, o en otras ocasiones puede ser una marquilla en forma cuadrada que se pega por encima del dobladillo del ruedo.
- **Ojalar:** Para esta referencia el ojal es solo una forma decorativa, es decir, no va con pasante, en otras referencias que si llevan ojal este es abierto con el propósito de introducir el botón en él, según la referencia de la prenda y las especificaciones de la ficha técnica los ojales varían de 2 a 3.
- **Colocar botones:** Una vez hechos los ojales, se procede a pegar el botón a la misma altura del ojal, para el caso de esta referencia estos botones son decorativos, pero hay referencias en que los botones son funcionales, como por ejemplo el tipo Polo y estos botones varían de 2 a 3 unidades según el diseño.
- **Pulir y refilar:** Una vez que la prenda está terminada, pasa por una operaria manual, que tiene como función pulir todas las hebras que quedan restantes de los procesos anteriores, no obstante, con unas tijeras refila la parte inferior de la prenda, con el propósito de empatar el bordado y que queden sobrantes.

- **Revisión y control de calidad:** En esta operación, una vez la prenda ha sido pulida y refilada, se procede a realizar una última revisión, este proceso lo realiza una operaria manual, y verifica que todas las costuras de la prenda están bien hechas, si la prenda presenta un imperfecto, la operaria coloca una cinta y la devuelve al proceso con el fin de realizar un reproceso.

- **Etiquetar y empacar:** Una vez realizada la revisión de la prenda, esta pasa por una operaria manual con el objetivo de que identifique la prenda con una etiqueta la cual lleva un sticker con información referente a la prenda. Las bolsas en donde serán introducidas las prendas ya revisadas y etiquetadas llevan un sticker en el cual también identifica la prenda y lleva información relacionada con esta. Finalmente, la prenda ya lista es doblada y empacada en la bolsa de la cual se hizo referencia anteriormente, el doblaje de la prenda debe ir correctamente con el propósito de que quede bien empacada y de una excelente presentación al momento que el cliente reciba el producto.

Es importante mencionar que, cada operación que se describió anteriormente pasa por cada estación de trabajo, es decir, por cada mesa con su respectiva máquina, y cada operación es realizada por una sola operaria.

En la figura 10, se describen en detalle las operaciones que intervienen en la elaboración de la camiseta T-Shirt, desde que se reciben los insumos en las tulas, hasta el empaque y despacho. Sin embargo, para las referencias restantes, solo se tendrán en cuenta las operaciones que no son similares, con el propósito de abreviar la información con la descripción ya realizada.

Figura 10. Cursograma analítico para la camiseta tipo T-Shirt.

Cursograma analítico									
Diagrama Num. 519140	Hoja Num. de	Resumen							
Objeto:		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Proceso de confección para la camiseta tipo T-Shirt		Operación	○	18					
		Transporte	⇒	1					
Actividad:		Inspeccion	D	1					
Desde que se coloca la primera pieza para confección hasta empaque y despacho		Almacenamiento	▽						
		Distancia (m)							
		Tiempo (hora-hombre)							
Lugar: Confecciones A&J S.A.S		Costos:							
Operario (s) : 14		Mano de obra							
Fecha Num.		Materiales							
Compuesto por: John Villegas		Totales		20					
Fecha: 10/06/2016		Simbolo							
Fecha:									
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	Observaciones	
Desempacar insumos de tulas				x				Operaria manual	
Organizar trabajo confección				x				Operaria manual	
Transportar a primer operación					x			Patinadora	
Dobladillar bolsillo				x				Preparación	
Pegar marquilla				x				Preparación	
Prehormar bolsillo				x				Preparación	
Marcar frente				x				Preparación	
Pegar bolsillo				x				Subensamble	
Unir hombros				x					
Pegar mangas				x					
Cerrar costados				x					
Ruedo inferior				x					
Ruedo mangas				x					
Preparar cuello				x					
Asentar cuello				x					
Pegar marquilla				x					
Pulir y refilar				x				Operaria manual	
Revisión y control de calidad						x		Operaria plancha	
Etiquetar y empackar				x				Operaria plancha	

Con base en la figura 10, los procesos que intervienen en la elaboración de la camiseta tipo T-Shirt son los siguientes:

- Dobladillar bolsillo: En esta operación, la banda del cuello se dobla a cierta distancia y en la máquina plana se cose para realizar el ruedo al bolsillo.
- Prehormar bolsillo: Luego de dobladillar el bolsillo, se procede a prehormar, este proceso lo realiza una operaria de planchado y mediante cierta temperatura le da forma al bolsillo.
- Marcar frente: En esta operación, una operaria manual es la encargada de sujetar la parte frontal de la prenda. Con un lápiz suave y una guía procede a marcar la parte en donde se van a pegar las carteras o las perillas.

- Pegar bolsillo: Una vez marcada la ubicación según ficha técnica en donde debe ir el bolsillo, se procede a pegar el bolsillo. Por lo general, este bolsillo se pega al frente en el lado izquierdo de la prenda.

- Preparar cuello: En esta operación, los cuellos son entregados a la operaria encargada de esta operación. El cuello, que viene en forma de tira, es doblado y unido para formar el cuello redondo que caracteriza a esta referencia en comparación con la referencia anterior que es cuello tipo “V”.

- Pegar cuello: Una vez que el cuello está listo, se procede a coser en la prenda unida de hombros para continuar con los procesos del cuerpo.

Estas son las seis operaciones que diferencian a esta referencia con la camiseta tipo “V”, por lo tanto, no es necesario describir las mismas operaciones.

Finalmente, en la figura 11, se observa el cursograma analítico para la camiseta tipo Polo, en donde se evidencian las operaciones que intervienen en el proceso de fabricación de la prenda, desde que se ubica la primera pieza hasta etiquetar y empacar. Es importante mencionar, que esta referencia requiere más operaciones por el diseño de la camiseta.

Figura 11. Cursograma analítico para la camiseta tipo polo.

Cursograma analítico									
Diagrama Nu.	506612	Hoja Num.	de	Resumen					
Objeto:				Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
Proceso de confección para la camiseta tipo Polo				Operación	○	19			
				Transporte	⇒	1			
Actividad:				Inspeccion	D	1			
				Almacenamiento	▽				
Desde que se coloca la primera pieza para confección hasta empaque y despacho				Distancia (m)					
				Tiempo (hora-hombre)					
Lugar: Confecciones A&J S.A.S				Costos:					
Operario (s) : 14		Fecha Num.		Mano de obra					
				Materiales					
Compuesto por: John Villegas		Fecha: 10/06/2016		Totales		21			
		Fecha:							
				Simbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	Observaciones	
Desempacar insumos de tulas				x				Operaria manual	
Organizar trabajo confección				x				Operaria manual	
Transportar a primer operación					x				
Marcar perilla				x					
Pegar perilla				x					
Unir hombros				x					
Abrir perilla				x					
Fijar cuello				x					
Pegar cuello hiladilla				x					
Voltear y asentar cartera				x					
Pespuntar cartera y hacer caja				x					
Asentar cuello				x					
Filetear perillas y pegar mangas				x					
Cerrar costados				x					
Dobladillar ruedo				x					
Pegar marquilla espalda				x					
Ojalar				x					
Botonar				x					
Revisión y control de calidad						x		Operaria plancha	
Vaporizar				x				Operaria plancha	
Etiquetar y empackar				x				Operaria plancha	

Con base en la figura 11, las operaciones que intervienen en el proceso de confección de la camiseta tipo Polo son las siguientes:

- Marcar perilla: En esta operación, las perillas son marcadas por una operaria manual, lo que tiene como propósito indicar por dónde debe ir la costura cuando se peguen las perillas.
- Pegar perilla: Luego de que se han marcado las perillas correctamente, estas perillas marcadas le llegan a una operaria, quien procede, mediante una máquina plana a coser las perillas en el frente de las prendas.

- **Unir hombros:** En esta operación se procede a unir los hombros, para unir los hombros se toma la parte delantera y trasera de la prenda y se pasan por la máquina fileteadora y así unir cada hombro con el propósito de darle forma a la prenda.
- **Abrir perilla:** Una vez que los hombros están unidos, se procede a abrir la perilla, el proceso consiste de la siguiente manera: cuando las perillas están pegadas, una operaria manual con una tijera abre las perillas haciendo un corte vertical, este corte está marcado en la operación pegar perilla.
- **Refilar cuello:** En esta operación el cuello es entregado a una operaria y de forma manual mide y refila los cuellos dejándolos parejos.
- **Pegar cuello Hiladilla:** Una vez refilado el cuello, se procede a pegar el cuello con la hiladilla. El proceso consiste en pegar el cuello de la camiseta polo con la cinta hiladilla, al pegar el cuello queda levantada la tapa superior para continuar con la siguiente operación.
- **Voltear y asentar cartera:** Una vez el cuello es pegado con hiladilla este se asienta para que quede fijo a la prenda. Cuando la perilla está abierta, la perilla derecha es asentada en una máquina plana por la parte que fue marcada con anterioridad.
- **Pespuntar cartera y hacer caja:** En esta operación, una vez que se ha asentado en una máquina plana la perilla, se procede a realizar un pespunte a ciertas distancias. Pespuntar es realizar una serie de puntadas para dar terminación al material, la caja es la presentación de la cartera como tal, es una costura de forma rectangular que se hace en la parte inferior de la cartera.
- **Asentar cuello:** Una vez que se ha realizado el pespunte, se procede a asentar el cuello, esto consiste en, mediante una máquina plana, asentar el cuello con el propósito de que quede fijo.
- **Ojalar:** En este caso, ya que en esta referencia el ojal viene con pasante, la perforación es completa.

- Vaporizar: En esta operación la prenda pasa por una operaria manual quien por medio de una plancha, le imprime a la prenda vapor con el propósito de quitar arrugas y mejorar la presentación de la prenda.

Es importante mencionar que las operaciones que se describieron anteriormente son para la referencia camiseta tipo Polo, por lo tanto, las operaciones que son similares a las otras referencias no se tuvieron en cuenta para su descripción, debido a que están descritas en la camiseta cuello V. A continuación, se presenta una breve descripción de las instalaciones de la empresa.

8.4. INSTALACIONES

La planta de producción cuenta con una distribución secuencial, en donde cada máquina está ubicada una seguida de otra, con el propósito de garantizar un flujo continuo de producción como se muestra en la imagen 1. La planta cuenta, en la actualidad, con 18 máquinas: 6 máquinas planas electrónicas, 2 planas convencionales, 2 fileteadoras de 5 hilos y 2 de 4 hilos, 2 collarines sesgadoras, 1 collarin cama plana para dobladillo, 1 collarin cama cilíndrica para dobladillo, 1 máquina ojaladora y 1 máquina botonadora, además cuenta con 2 planchas vaporizadoras.

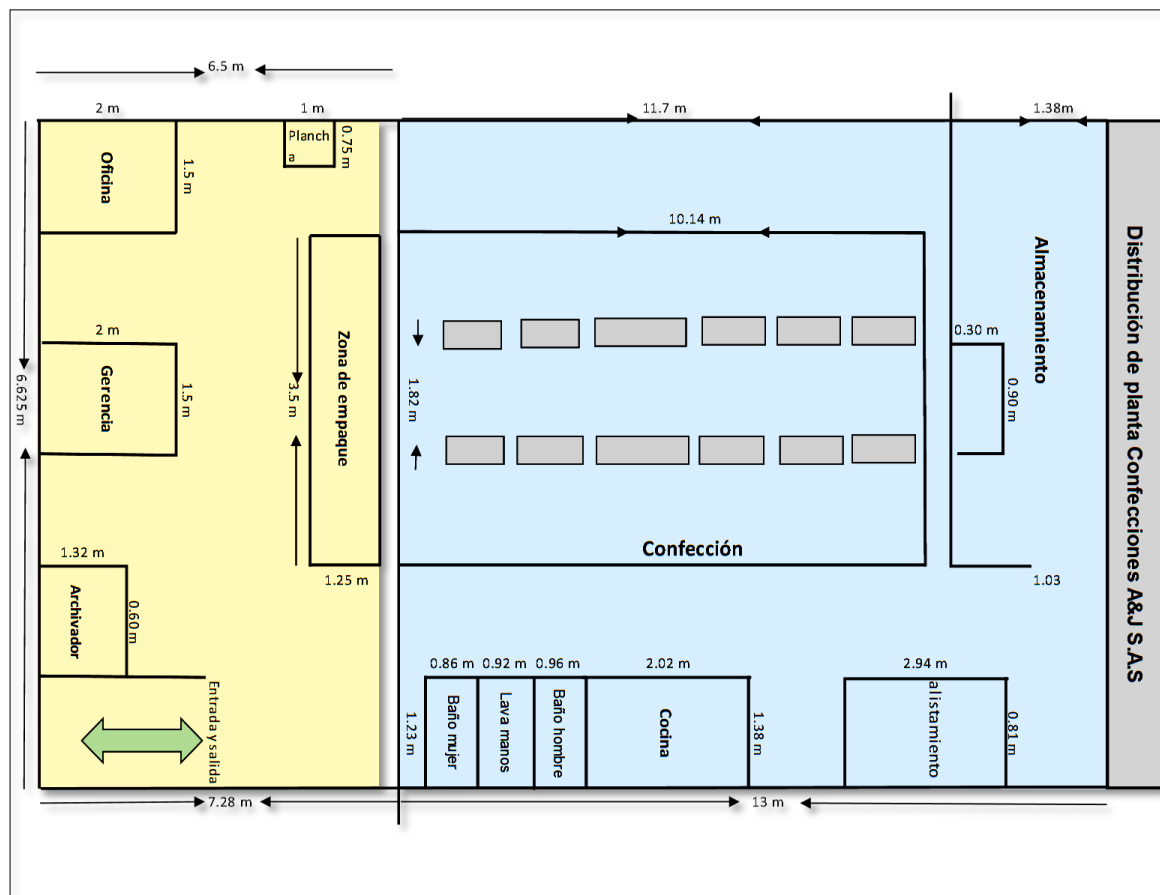
La planta se distribuye en 2 secciones, para fines explicativos se han dividido las dos secciones en colores. En la sección amarilla se encuentra la entrada y salida de la planta, la oficina del gerente general, la oficina auxiliar, el archivador, la zona de empaque y la zona de planchado. Por otro lado, en la sección azul se encuentran los baños, la cocina, la zona de alistamiento, el almacenamiento y el espacio de producción como se muestra en la figura 12.

Imagen 1. Área de producción en la empresa confecciones A&J S.A.S.



Fuente: Imagen tomada en las instalaciones de la empresa.

Figura 12. Distribución de planta



8.5. CLIENTES

La empresa confecciones A&J S.A.S cuenta con un cliente real hasta el momento, que es línea directa S.A.S ubicado en la región de Antioquia, es el encargado de asignar las ordenes de producción y por medio de correo electrónico envía las fichas técnicas y las ordenes de fabricación. Para este servicio se utiliza la empresa de transportes de mercancía Envía y este flete es cancelado por línea directa, esto quiere decir, que la empresa no se encarga de los gastos de transporte de los pedidos. A continuación, se describe de manera breve lo que es la empresa Línea directa S.A.S.

8.5.1 Línea directa S.A.S. La razón es la moda que apasiona y el amor que transforma²⁷. Esta compañía está enfocada directamente con el diseño y producción de ropa interior-externa para hombre y mujer. Tiene como propósito comercializar todos los productos a través del canal de venta directa.

Línea directa S.A.S vive un proceso de transformación muy interesante en el negocio, uno de ellos es en el desarrollo humano de todos sus trabajadores y el segundo es en el relacionamiento con los actores de intereses, especialmente con las clientas, esto se consigue mediante la satisfacción con el tema de la moda, a través de las marcas Carmel y Pacifika.




Las primeras zonas de Carmel abrieron en 1997 en Cauca – Antioquia y Medellín – Colombia, esta última ciudad, sede principal de Línea Directa S.A.S y desde ahí se dirigen todas las acciones corporativas. En la actualidad la empresa tiene una fuerza de ventas de más de 60.000 asesoras en Carmel y más de 14.000 asesoras en Pacifika.

8.6. MAQUINARIA



En la industria textil se emplean una gran variedad de máquinas para coser y hacer vestimentas para las personas. Esta maquinaria es usada generalmente en el hogar y en las grandes fábricas que producen prendas al por mayor. En el cuadro 11, se presentan las máquinas que la empresa posee en la actualidad con su respectiva descripción.

²⁷ LINEA DIRECTA, Moda que apasiona amor que transforma. Quienes somos. Colombia [en línea]. Medellín. [Consultado el 18 de agosto del 2016] Disponible en internet: <http://www.lineadirecta.com.co/quienes-somos/nuestra-compania/>

Cuadro 11. Maquinaria disponible en la empresa Confecciones A&J S.A.S.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Máquina collarin marca gemsy jontex kingter industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Hilos • Recubridor • 3 Agujas • Doble volante • Motor convencional de 3450 rpm • Lubricadora automática • Alta velocidad
<ul style="list-style-type: none"> • Máquina fileteadora marca gemsy jontex kingter industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 y 4 Hilos • Doble puntada de seguridad • Motor convencional de 3450 rpm • Mueble motor y todos sus accesorios • Alta velocidad • Ajuste semipesado • Cose el 90% de materiales • Lubricación automática • Fileteadora de dos agujas • Corta y cose bordes • Ideal para fábricas, dotaciones, talleres de confección, satélites y sastrerías
<ul style="list-style-type: none"> • Máquina plana marca gemsy jontex kingter industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de embriague de alta velocidad 3450 rpm • Largo máximo de puntada 5.0mm • Altura de prensa-telas: (Mano-5.5mm, Rodilla 13.0mm) • Lanzadera: Normal • Ajuste semiprensado • Puntadas por minuto 5500 PPM • Devanado de bobina en el tablón • Máquina de cama plana con orificios para fijar guías y aparatos • Fácil ajuste de presión del pie a través del tornillo graduado

Continuación cuadro 11

<ul style="list-style-type: none"> • Máquina botonera marca gemsy jontex kingter industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de bajo consumo y alto rendimiento 3450 rpm • Lubricación automática • Completa con mesada • Pega botones de 2 a 4 agujeros • Velocidad 1500 PPM
<ul style="list-style-type: none"> • Máquina ojaladora marca gemsy jontex kingter industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Motor convencional de 3450 rpm • Realiza varios ojales • Lubricación automática • Posee lámpara para telas oscuras • Realiza ojales sin perforación y con perforación.

8.7. MANO DE OBRA

Actualmente la planta de producción cuenta con 14 operarias, quienes se distribuyen las tareas según sus habilidades. La empresa cuenta con una supervisora de producción, quien está pendiente de que todo esté funcionando correctamente, es decir, que la materia prima y los equipos estén en su lugar. Las operarias de confección tienen la habilidad de acoplarse a cualquier tarea que se les asigne y tienen un turno laboral de 8.5 horas, que comienza de 7:00 am a 4:30 pm de lunes a viernes y los días sábados de 7:00 am a 11:30 am.

8.8. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Aprovechar la maquinaria de manera eficiente requiere de constante atención del operario durante el ciclo de trabajo, las actividades que son objeto de atención son: posición de la tela, guiar la tela, acelerar la máquina, desacelerar la máquina y sacar la tela. Prestar atención a estas actividades resulta clave a la hora de aprovechar la máquina en su máxima capacidad, sin embargo, suceden paros repentinos debido a la ausencia de mantenimiento preventivo. Durante la producción suceden eventualidades que generan paros cortos, pero a largo plazo afectan la eficiencia de la empresa, como, por ejemplo, calibración de las máquinas, rotación de los puestos de trabajo.

Con base en las observaciones presenciales realizadas en la empresa, se identificaron algunas eventualidades que afectan directamente la capacidad de producción y se determinó con qué frecuencia suceden, esta información se extrajo después de 128 horas de observación del proceso y se describió en el cuadro 12.

Cuadro 12. Eventos que afectan capacidad.

Ítem	Evento	Frecuencia	Resultado
Maquinaria	El hilo que usa la máquina para confección se sale de su posición o la aguja se atasca en la tela.	De acuerdo con las observaciones presenciales en la empresa, esta eventualidad sucede 2 a 3 veces por confección de una prenda.	Afecta al flujo de producción lo que genera pérdida de tiempo y a largo plazo afecta la eficiencia.
Operarios	Rotación en los puestos de trabajo, preparación de las máquinas	De acuerdo con las observaciones presenciales en la empresa la rotación sucede frecuente, 1 a 2 veces en un intervalo de 3 horas de producción y la preparación de las máquinas requiere de 2 a 3 minutos por máquina.	Afecta el desempeño del operario, debido a realizar un trabajo distinto.

8.9. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

Para lograr identificar cuáles son los síntomas que perjudica directamente la producción de la empresa, se requirió de observaciones presenciales, con el propósito de identificar las causas que están afectando directamente a la producción y en qué frecuencia sucede, esta información se extrajo después de 128 horas de observación y estudio en la empresa y se describió en el cuadro 13. Sin embargo, se decide utilizar el diagrama de Ishikawa, como herramienta para lograr encontrar las causas más importantes que generan el inadecuado uso de la fuerza laboral y capacidad instalada, en la figura 14 se aprecia el diagrama Ishikawa.

Cuadro 13. Estudio de variables.

Ítem	Problema	Frecuencia	Resultado
Medio ambiente	Temperaturas altas en el interior de la empresa.	Los días laborales de 8:00 am a 4:00 pm.	Genera estrés, y afecta el desempeño de las operarias por la fatiga que genera el estrés térmico y no producen las unidades requeridas.
Materiales	Cortes de tela de mala calidad, botones faltantes o defectuosos.	Según información suministrada por la supervisora de producción de 7 pedidos 3 llegan con imperfectos o unidades faltantes.	Al momento de realizar la inspección de calidad interna de la empresa la prenda debe ser reprocesada, lo que genera pérdida de dinero y tiempo.
Mano de obra	No se cumplen estándares de producción, trabajo repetitivo y ausencia de personal	Estándares y trabajo repetitivo, durante el turno laboral, con respecto a la ausencia de personal, sucede 1 o 2 veces por semana	Genera un desbalance en la línea de producción y perjudica la eficiencia del proceso.

Continuación cuadro 13

Maquinaria	Paros repentinos, debido a deterioro prolongado de las máquinas que afectan su funcionamiento.	De acuerdo con las observaciones presenciales realizadas en la empresa, este problema sucede 1 a 2 veces por confección de una prenda y se requiere de 5 a 10 minutos para corregir el problema.	Problemas con el flujo del proceso, lo que genera unidades represadas y perjudica la productividad y eficiencia del proceso.
Métodos	Los métodos realizados en la empresa no cumplen con los estándares requeridos.	De acuerdo con las observaciones presenciales realizadas en la empresa, este problema es frecuente, es decir, por cada control diario de producción de las camisetas, no se cumple con las unidades requeridas.	Incumplimiento de pedidos, debido a no saber con cuanto comprometerse, por esta razón, genera pedidos parciales.

A continuación, con base en el cuadro 13, se describen en detalle las variables de estudio de la empresa.

Medio ambiente: La empresa se encuentra ubicada en un local alquilado, las instalaciones no tienen las condiciones confortables para generar un trabajo eficiente, es decir, en el lugar de trabajo existe una problemática de estrés térmico en el interior de la planta y esto genera que las operarias no tengan un buen desempeño laboral y no cumplan con las unidades requeridas.

Materiales: Actualmente, la empresa recibe los materiales de su cliente Línea directa, como son la tela, los botones, las bolsas, cintas y etiquetas, no todos estos materiales cuentan con un certificado de calidad, debido a esto en ocasiones los cortes de tela llegan con imperfectos, es decir de mala calidad, los botones

muchas veces hacen falta o están defectuosos, esto genera que al momento de hacer la inspección de calidad interna de la empresa la prenda tenga que ser reprocesada y esto genera pérdida de tiempo y de dinero.

Mano de obra: La organización cuenta con mano de obra propia, es decir, contratada directamente por la empresa, el problema radica en que a los operarios no cumplen con los estándares de producción y a causa de la alta rotación del personal, surgen alteraciones en las costuras de las prendas o tiempos de entrega prolongados. Otra eventualidad es el trabajo repetitivo, lo que genera estrés por parte de los operarios, en este aspecto, el gerente trabaja constantemente en las pausas activas, por último, un problema significativo es la ausencia del personal, debido a que en la última estación que es la de terminación y despacho, el personal existente no está calificado para realizar la operación, lo que genera unidades represadas y afecta la productividad de la empresa.

Maquinaria: Con respecto a esta variable, la empresa cuenta con maquinaria propia y algunas veces maquinaria alquilada. Con la maquinaria alquilada no existe ningún problema debido a que esta maquinaria se entrega en perfectas condiciones. Sin embargo, con la maquinaria propia se tienen problemas que está relacionado con el deterioro de las mismas, la falta de mantenimiento preventivo ocasiona que las máquinas tengan paros repentinos, lo que genera problemas con el flujo del proceso y unidades represadas.

Métodos: El proceso que actualmente la empresa realiza es el siguiente: el gerente recibe una orden de producción por parte del cliente, y esa orden de producción genera una ficha técnica y con esa ficha se programa la producción; el cliente envía los cortes e insumos necesarios según ficha técnica, el gerente con la supervisora revisa si los insumos coinciden con la ficha técnica, una vez que todo está en orden, se planea la producción, se revisan insumos, equipos y materiales, se balancea el módulo y por último se programan las fechas de entrega, el problema radica, en que estos procesos no se realizan de forma correcta, al no tener establecido un sistema de planeación de la producción, no se sabe cómo actuar con anticipación ante problemas relacionados con los materiales, maquinarias e insumos, en la figura 13 se presenta el flujograma de procesos.

No obstante, la empresa no aprovecha de manera eficiente la capacidad instalada y la fuerza laboral, debido a que cuenta con maquinaria y mano de obra suficiente para un flujo continuo de producción, pero las cantidades producidas no coinciden con las establecidas por el cliente y es por esto, que se genera el incumplimiento de los pedidos y se deben realizar pedidos parciales, lo que genera para la

empresa una problemática con la demanda establecida y la insatisfacción en el cumplimiento de los pedidos puede generar la perdida del cliente.

Figura 13. Flujograma de procesos

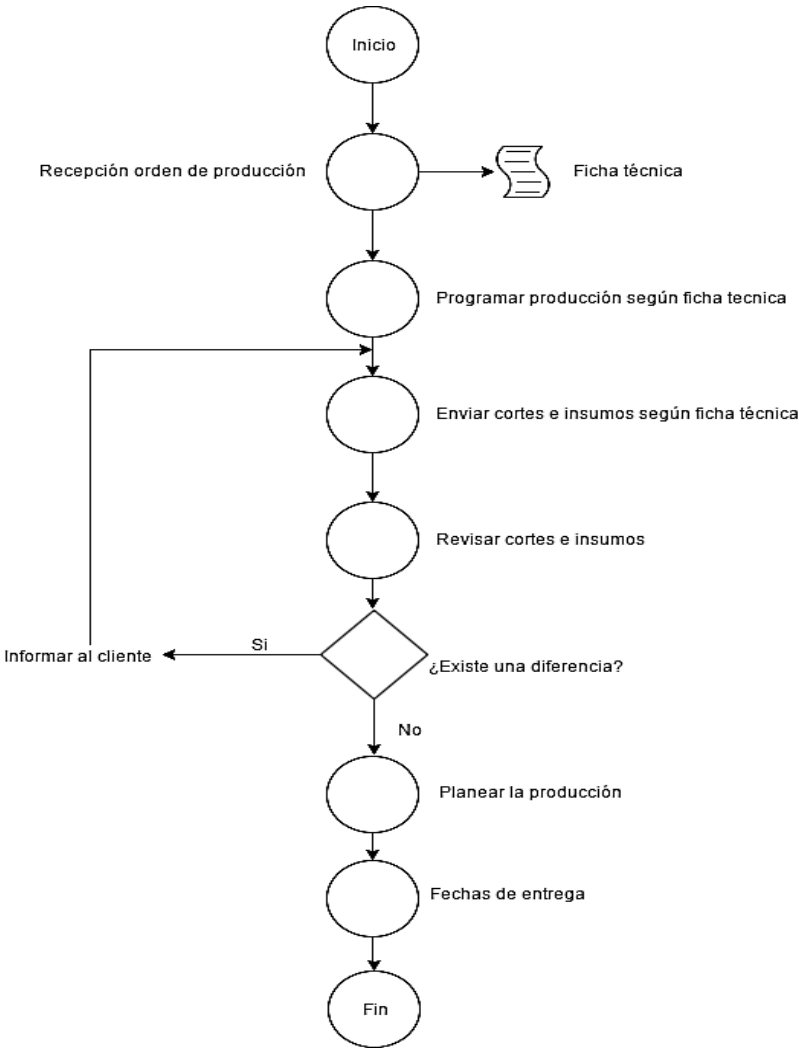
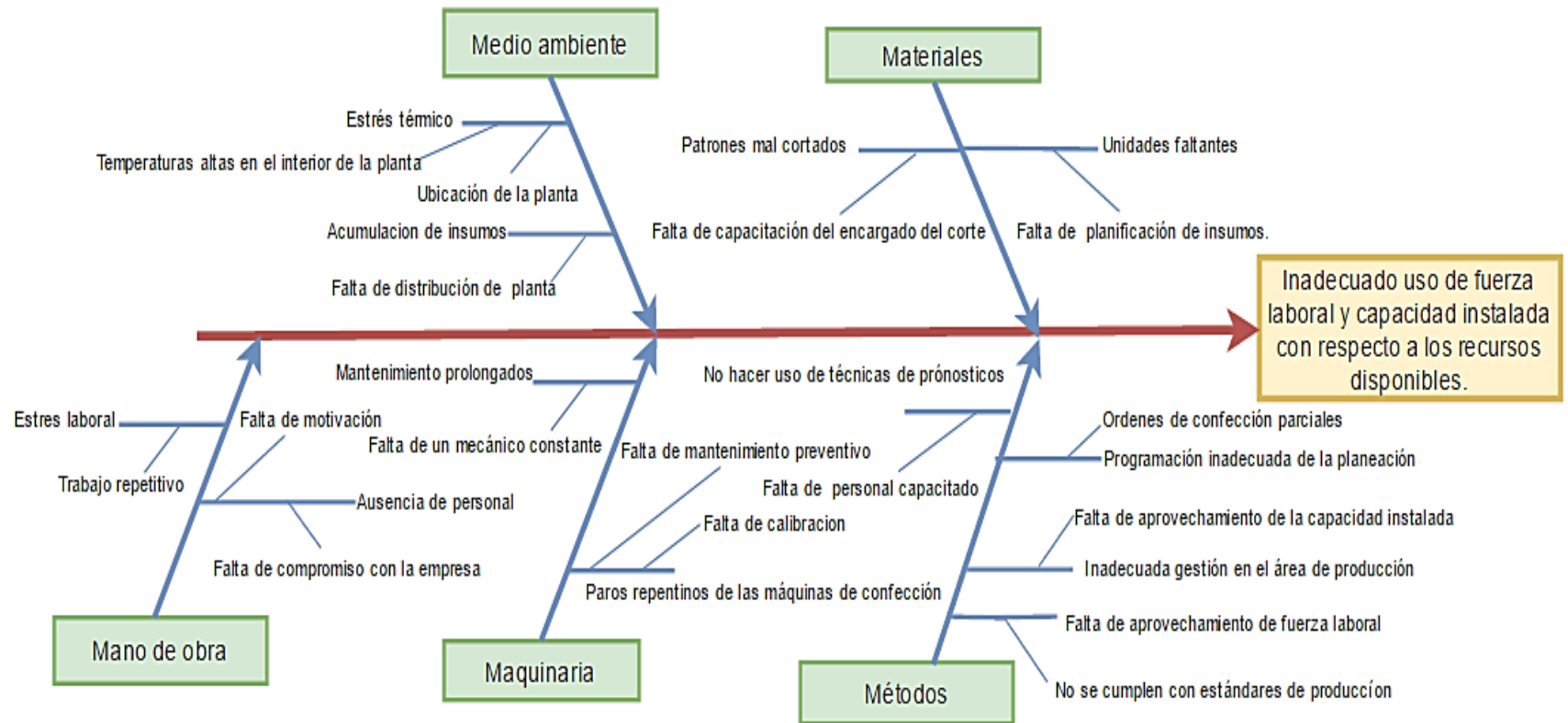


Figura 14. Diagrama Ishikawa



De acuerdo con la figura 14, a partir de reuniones con el gerente de la empresa se identificó que el problema es el uso inadecuado de la fuerza laboral y capacidad instalada, debido a que la empresa cuenta con mano de obra y maquinaria suficiente para un flujo continuo de producción, pero, las cantidades producidas no coinciden con las requeridas, lo que genera un problema con la demanda establecida, además, mediante una lluvia de ideas se identificaron algunas causas que generan el problema.

Una vez realizado el análisis de cada una de las variables, se evidencia que la empresa presenta dificultades especialmente en los métodos que realizan en la actualidad, la falta de aprovechamiento de fuerza laboral, capacidad instalada y la inexistencia de técnicas de pronósticos, genera problemas con la demanda establecida y un incumplimiento de pedidos mayor al 50%.

Es necesario saber con anticipación los insumos requeridos para la elaboración de las prendas, por ende, con un buen diseño de planeación de la producción le permite a la empresa saber con anticipación con cuanto material e insumo contar en el lugar y tiempo adecuado, con el propósito de no tener insumos faltantes y materiales de mala calidad.

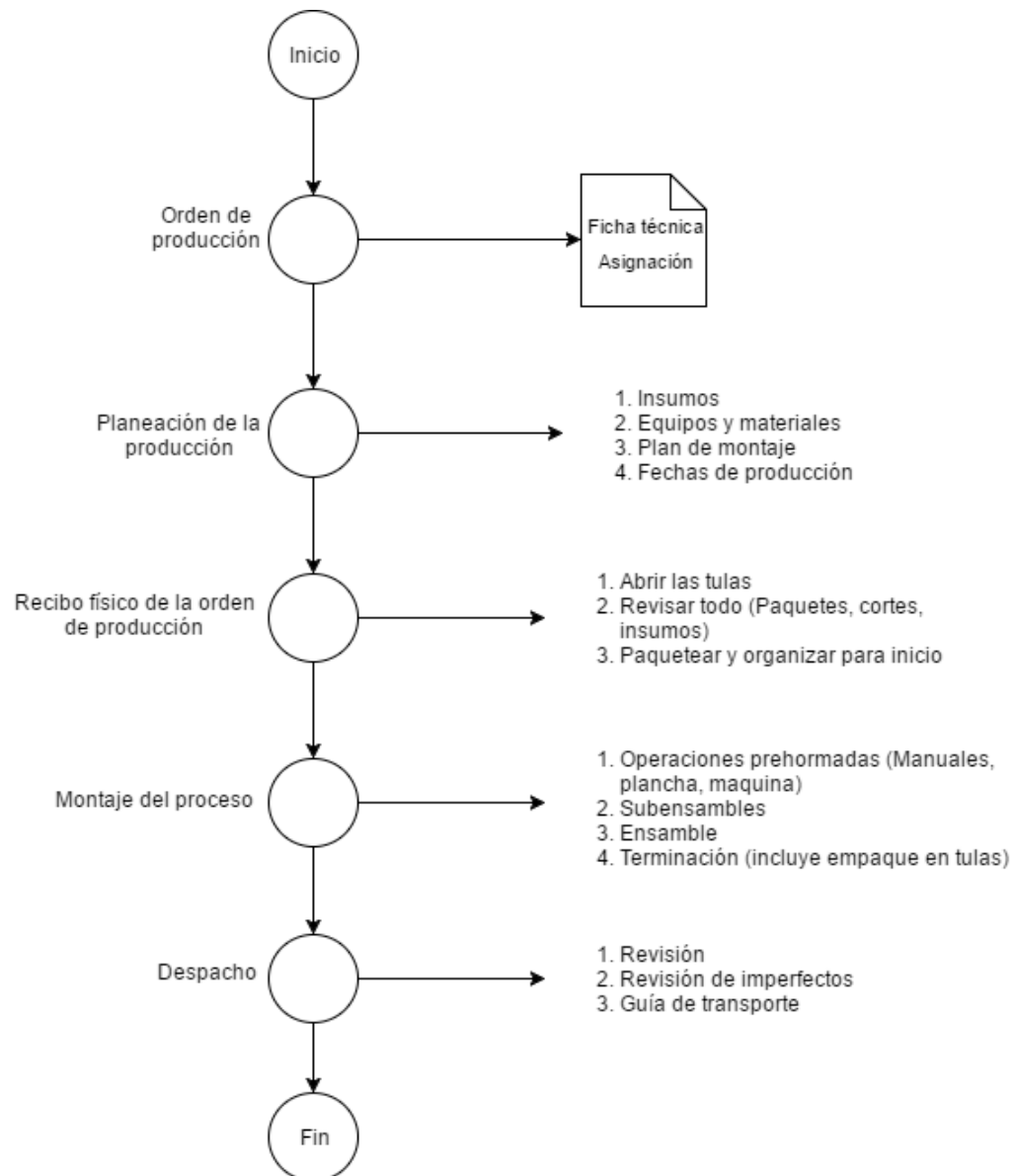
La empresa cuenta con un mecánico que es el encargado de revisar las máquinas y verificar que estas se encuentren en buenas condiciones, sin embargo, existe un problema que es el siguiente: el mecánico solo está por 1 hora diaria en la planta, lo que significa que al momento que una máquina presente una falla y el mecánico no se encuentre en la empresa, la producción se vea perjudicada, por lo tanto, una buena programación de la producción, puede ajustar el tiempo a los mantenimientos preventivos de las maquinas, con el propósito de agilizar el proceso de confección en la empresa.

Finalmente, luego de analizar cada una de las variables, es necesario que la empresa adopte un diseño de planeación de la producción que incida directamente en las operaciones de los procesos productivos, con el objetivo de aprovechar de manera eficiente la fuerza laboral y capacidad instalada, reduciendo así, los costos de fabricación.

8.9.1 Identificación de los síntomas. De acuerdo con las observaciones presenciales realizadas en la empresa, se describen los procesos de producción que la empresa realiza en la actualidad, con el propósito de identificar los síntomas que afectan a cada proceso, en la figura 15 se presenta el flujograma

detallado del proceso. Además, el análisis está consignado en el cuadro 14 para permitir una mejor visualización de los síntomas.

Figura 15. Flujograma detallado del proceso de producción.



Cuadro 14. Identificación de síntomas.

Ítem	Problema	Frecuencia	Resultado
Insumo	Unidades faltantes y cortes de tela con mala calidad	De acuerdo con la información suministrada por la supervisora de producción, de 7 pedidos, 3 llegan con unidades faltantes	Genera retraso en la producción y afecta directamente la productividad de la empresa
Equipos y materiales	Paros repentinos de las máquinas por falta de mantenimiento	De acuerdo con las observaciones presenciales en la empresa, este problema sucede 1 a 2 veces por confección de una prenda, y requiere de 5 a 10 minutos para solucionar el problema.	Genera retrasos en la producción, material represado y afecta el flujo continuo de producción
Planeación del montaje	Retrasos en la línea de producción, debido a la complejidad de las prendas o fallos repentinos de las máquinas	De acuerdo con las observaciones presenciales en la empresa, este problema es frecuente, es decir, de cada 10 prendas confeccionadas 4 presentaron problemas debido a paros repentinos de las maquinas.	Genera retrasos en la línea de producción y pérdida de tiempo
Fechas de producción	Incumplimiento de pedidos, por esta razón, es necesario realizar pedidos parciales	De acuerdo con los datos históricos entregados por el gerente de la empresa, en el primer despacho se cumple con menos del 50% del pedido.	Pedidos parciales, lo que genera inconformidad por parte del cliente, debido a que los gastos de transporte corren por cuenta del cliente.

Continuación cuadro 14

Subensamble	Paros repentinos de la plancha por mal uso o falta de mantenimiento	De acuerdo con las observaciones presenciales en la empresa, este problema sucede de 5 subensamble preparados, 2 tuvieron problemas con la plancha.	Al momento que en las operaciones siguientes necesiten colocar el subensamble este no esté listo, lo que genera problemas con el flujo del proceso y perjudica la eficiencia de la empresa.
Terminación (incluye empaque en las tulas)	Ausencia de personal, no se cumplen los estándares de producción	De acuerdo con las observaciones presenciales en la empresa, no cumplen los estándares durante el turno laboral y ausencia del personal sucede de 1 a 2 veces por semana	Unidades represadas en la última etapa del proceso, lo que genera retrasos con la producción.

No obstante, existen otros procesos que en ocasiones suceden eventualidades, debido a los síntomas mencionados en el cuadro 14. A continuación, se describe cada proceso con la identificación del problema.

Revisar: Al momento de revisar los paquetes, cortes e insumos, en ocasiones no coinciden con la prenda, debido a patrones mal cortados o por la falta de capacitación de la persona encargada del corte. Otra problemática son las unidades faltantes, debido a que en ocasiones los botones, las marquillas y las bolsas no coinciden con los insumos requeridos para elaborar las prendas lo que ocasiona pérdida de tiempo y dinero.

Operaciones (Manuales, máquina y de plancha): El proceso de producción cuenta con tres tipos de operaciones: primero, las manuales, que son realizadas por operarias calificadas para este proceso, en este tipo de operación no existe problemática, debido a que la operaria conoce muy bien el tipo de trabajo que realiza; segundo, las operaciones en máquina, son las que causan los paros repentinos de la producción, debido a que la maquinaria en ocasiones falla y por ende, deben parar el proceso productivo lo que genera acumulación del material y

afecta directamente la producción; tercero, la operación que se realiza en la plancha, en ocasiones presenta problemas, debido a que la plancha falla por problemas de mantenimiento, por esta razón, la ausencia de mantenimiento preventivo hace que los equipos presenten fallas. En la empresa, no se lleva un registro de los tiempos inactivos de las máquinas o del número de veces que fallan, debido a esto, de acuerdo a reuniones con el gerente de la empresa y horas de observación se ha estimado un 60% de aprovechamiento de las máquinas, donde se tuvo en cuenta, los paros repentinos y las máquinas en mantenimiento.

Preparación: En el caso de las referencias que necesiten subensamble, estos primero se preparan para luego ser ensamblados en la prenda, por ejemplo; en el bolsillo de la T-Shirt, antes de colocarlo en la prenda, es necesario realizar un dobladillo y luego prehormarlo.

Subensamble: Esta operación se realiza aparte de las operaciones de ensamble, es decir, por ejemplo, en la camiseta tipo T-Shirt, el bolsillo que lleva al frente es elaborado aparte como subensamble para luego ser ensamblado en las operaciones de ensamble. El problema que se evidenció con el subensamble es que en ocasiones la plancha con la que se prehorma el bolsillo presenta fallas, lo que genera problemas con la producción de esta referencia.

Ensamble: Con respecto al ensamble de las prendas, el problema más evidente son los fallos de la maquinaria, debido a que la aguja se atasca, o el hilo se sale de su posición. Otra eventualidad es el tiempo de producción por operación, es decir, no se cumplen los estándares de producción y debido a esto las unidades producidas no coinciden con las requeridas.

Terminación (incluye empaques en tulas): Este centro de trabajo, es la última etapa del proceso de confección, y es la que se encarga de pulir, revisar, etiquetar, doblar y empacar las camisetas, luego estas unidades se almacenan en tulas para ser despachadas al cliente. Sin embargo, en esta etapa del proceso existe una problemática debido a la ausencia de personal, lo que genera un desbalanceo de la línea de producción. Además, cuando en esta etapa llegan varias unidades imperfectas, la operaria encargada de esta etapa debe regresar todas estas unidades para un reproceso lo que genera problemas con la producción.

8.10. INDICADOR DE CUMPLIMIENTO DE PEDIDOS

A continuación, se presenta el indicador de porcentaje de cumplimiento de pedidos de las camisetas tipo T-Shirt, tipo "V" y tipo Polo, del cliente Línea directa S.A.S, en donde se evidencia un cumplimiento de pedidos menor al 50% en el primer despacho. Los datos históricos son de febrero de 2015 hasta octubre de 2016.

En el primer despacho, la empresa recibió un pedido de 822 unidades para la camiseta tipo T-Shirt, 537 unidades para el tipo cuello V y 312 unidades para el tipo Polo, de las cuales solo 330 unidades se despacharon de la T-Shirt, 140 unidades de la camiseta tipo cuello V y 86 unidades del tipo Polo, lo que genera unidades faltantes y un porcentaje de cumplimiento menor al 50%. En el cuadro 15, se presenta el porcentaje de cumplimiento de las referencias de estudio.

Cuadro 15. Porcentaje de cumplimiento primer despacho.

Primer despacho				
Referencias	Cantidad de pedido (unidades)	Unidades despachadas (unidades)	Unidades faltantes (unidades)	% de cumplimiento
Camiseta tipo T-Shirt	822	330	492	40%
Camiseta tipo "v"	537	140	397	26%
Camiseta tipo polo	312	86	226	28%

Con base en el cuadro 15, se puede apreciar el número de unidades faltantes en el primer despacho, lo que genera un porcentaje de cumplimiento bajo, con respecto a la camiseta T-Shirt se generó un porcentaje de cumplimiento del 40%, sin embargo, para la tipo V, se generó un porcentaje de cumplimiento del 26% y por último, para la tipo Polo, se generó un porcentaje de cumplimiento del 28%. Esto trae consigo problemas para la organización, debido a que se puede perder el contrato con el cliente.

Como observación, el área de confección de la empresa, presenta dificultades con respecto al flujo de producción, debido a que no se tiene establecido un sistema que permita gestionar de manera eficiente los recursos disponibles, con respecto a los operarios, no cumplen con los estándares de producción, es decir, al momento de confeccionar las prendas no tienen en cuenta los tiempos de ciclo de cada operación y debido a esto las unidades que tienen por producir no coinciden con las unidades producidas, lo que genera un problema con la demanda establecida y un porcentaje de cumplimiento bajo. Con respecto a la maquinaria existen

eventualidades debido a la falta de mantenimiento preventivo, de no realizarse estos mantenimientos, ocasiona que las máquinas tengan paros repentinos, lo que genera un problema con el flujo de producción. Es recomendable que con una programación de la producción se ajuste el tiempo a los mantenimientos preventivos de las maquinas con el propósito de agilizar el proceso de confección en la empresa y aumentar de manera satisfactoria la eficiencia y el servicio al cliente.

9. EVALUACIÓN DE UNA TÉCNICA DE PRONÓSTICO.

La gestión de la demanda es la base sobre la cual se va a realizar la planeación agregada de producción. Con base en el pronóstico, a medida que este refleje a futuro la realidad y se cumpla con la demanda satisfactoriamente, se llegará al resultado de disminuir el error al realizar la planeación de la producción y, por ende, el plan agregado, plan maestro de producción y la planeación de requerimientos de capacidad.

Pronosticar la demanda individual en el sector de confecciones es algo complejo de realizar, debido a la cantidad de referencias que maneja el sector, por lo tanto, se propone trabajar con unidad agregada. Con base en lo anterior, la empresa debe tener en cuenta un sistema que permita saber la demanda futura correspondiente al comportamiento de las ventas históricas.

Antes de comenzar a evaluar una técnica de pronóstico, es importante evaluar y analizar debidamente las unidades vendidas con el propósito de validar el comportamiento futuro. La empresa confecciones A&J, es una empresa dedicada al proceso de confección, su producción es bajo pedido, por lo tanto, presenta un bajo nivel de inventario. Por esta razón, se reúnen estos pedidos, con el propósito de obtener las cantidades de prendas maquiladas y vendidas al cliente, para, así, realizar un estudio de la totalidad de prendas despachadas en un intervalo de tiempo.

9.1. PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN

Según Henke²⁸, cuando se mide una variable a lo largo del tiempo, las observaciones en diferentes periodos a menudo están relacionadas o correlacionadas entre sí, esta correlación se mide con el uso del coeficiente de auto correlación. En otras palabras, la autocorrelación es la correlación que existe entre una variable retrasada en uno o más periodos consigo misma.

Antes de empezar con la autocorrelación, primero es necesario desfazar las ventas de las camisetas por periodo, con el propósito de obtener un ajuste más preciso, se deben tener como mínimo 10 desfases, para la prueba de autocorrelación se cuentan con 21 observaciones que representan las ventas de

²⁸ HANKE JHON. Pronósticos en los negocios 9 edición Ed Person Educación de México: Ed Person Educación, 2000. p. 64-65

las camisetas desde febrero de 2015 a octubre de 2016. A continuación, se presenta la ecuación para calcular el coeficiente de autocorrelación para cada desfase de tiempo.

$$\text{Ecuación 9: } r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Donde

r_k = Coeficiente de auto correlación para un desfase de k periodos.

\bar{Y} = Media de los valores de la serie.

Y_t = Observación en el periodo t.

Y_{t-k} = Observación k periodos anteriores o durante un periodo t-k

A continuación, en el cuadro 16, se presentan los primeros cinco datos para el cálculo del índice de autocorrelación:

Cuadro 16. Índice de auto correlación para 4 desfases de tiempo.

Y_t	$(Y_t - \bar{Y})^2$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-2} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-3} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-4} - \bar{Y})$
1.601	3.438.199				
255	10.241.524	5.934.003			
982	6.116.907	7.914.951	4.585.972		
1.421	4.138.125	5.031.155	6.510.046	3.771.962	
2.418	1.075.863	2.109.989	2.565.337	3.319.409	1.923.286
n	\bar{Y}				
21	3.455				

Como se puede observar en el cuadro 16, el valor Y_t corresponde a las ventas mensuales de las camisetas, el valor $(Y_t - \bar{Y})^2$ hace referencia al valor de la venta mensual menos las ventas promedio elevado al cuadrado, luego con base a la ecuación $(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})$ se calcula el índice de autocorrelación en donde k representa el valor de desfase en el tiempo.

A continuación, en el cuadro 17, se presenta los índices de autocorrelación para los primeros cuatro desfases de tiempo, con el propósito de verificar su comportamiento a lo largo del tiempo.

Cuadro 17. Coeficiente de auto correlación para 4 desfases de tiempo.

r1	r2	r3	r4
0,6199	0,5590	0,4513	0,2985

Con base en el cuadro 17, se evidencia que en los 4 primeros desfases el índice de autocorrelación es positivo, esto quiere decir que las ventas de las camisetas están en cierto modo correlacionadas unas con otras. Por otro lado, a medida que el número de desfases aumenten el coeficiente de correlación disminuye, es decir, si una serie de tiempo tiene tendencia las observaciones sucesivas estarán muy correlacionadas y es normal que el coeficiente de correlación sea diferente de cero, sin embargo, el índice de autocorrelación para el desfase uno está a una distancia mayor de cero, pero a medida que las desfases aumentan este valor se va aproximando más a cero.

Según Quenouille²⁹ los coeficientes de autocorrelación de datos aleatorios tienen una distribución muestral que puede aproximarse mediante una curva normal, con una media de cero, y una desviación estándar aproximada de $1/\sqrt{n}$, de acuerdo con lo anterior, se comparan los coeficientes de autocorrelación de la muestra, con la distribución teórica de la muestra y determinar si, para retrasos de tiempo dados, provienen de una población cuya media sea cero.

$$\text{Ecuación 10: } SE_{(rk)} = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} r_i^2}{n}}$$

Donde

$SE_{(rk)}$ = error estándar (desviación estándar estimada) de la autocorrelación en el desfase k.

r_i = la autocorrelación en el desfase i.

²⁹ Ibid., p. 68

k = desfase en el tiempo.

n = el número de observaciones en la serie de tiempo.

A continuación, en el cuadro 18, se presentan los errores estándar para las primeras 4 desfases de tiempo.

Cuadro 18. Error estándar de la autocorrelación para 4 desfases de tiempo.

SE(r1)	SE(r2)	SE(r3)	SE(r4)
0,218	0,290	0,338	0,365

Una vez calculado el error estándar de la autocorrelación, se procede a realizar el cálculo del índice Lbq el cual fue desarrollado por Ljung-Box³⁰ que dice que esta prueba se aplica usualmente a los residuos de un modelo de pronóstico. Si las autocorrelaciones se calculan mediante un proceso aleatorio o de ruido blanco, el estadístico Lbq tiene una distribución chi cuadrada con m grados de libertad (el número de retrasos de tiempo por probar). La ecuación estadística de Lbq está dada por:

$$\text{Ecuación 11: LBQ} = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n - k}$$

Donde:

n = numero de observaciones en la serie de tiempo.

k = desfase de tiempo.

m = numero de retrasos de tiempo que se van a probar.

r_k^2 = la función de autocorrelación muestral de los residuos desfasados k periodos.

De acuerdo con cada desfase de tiempo y a partir de la ecuación 11 se calculó el Lbq, como se observa en el cuadro 19 el Lbq aumenta conforme aumenta el número de desfases en el tiempo. Todos los cálculos correspondientes se encuentran en el Anexo D.

³⁰ Ibid., p. 69

Cuadro 19. Cálculo LBQ.

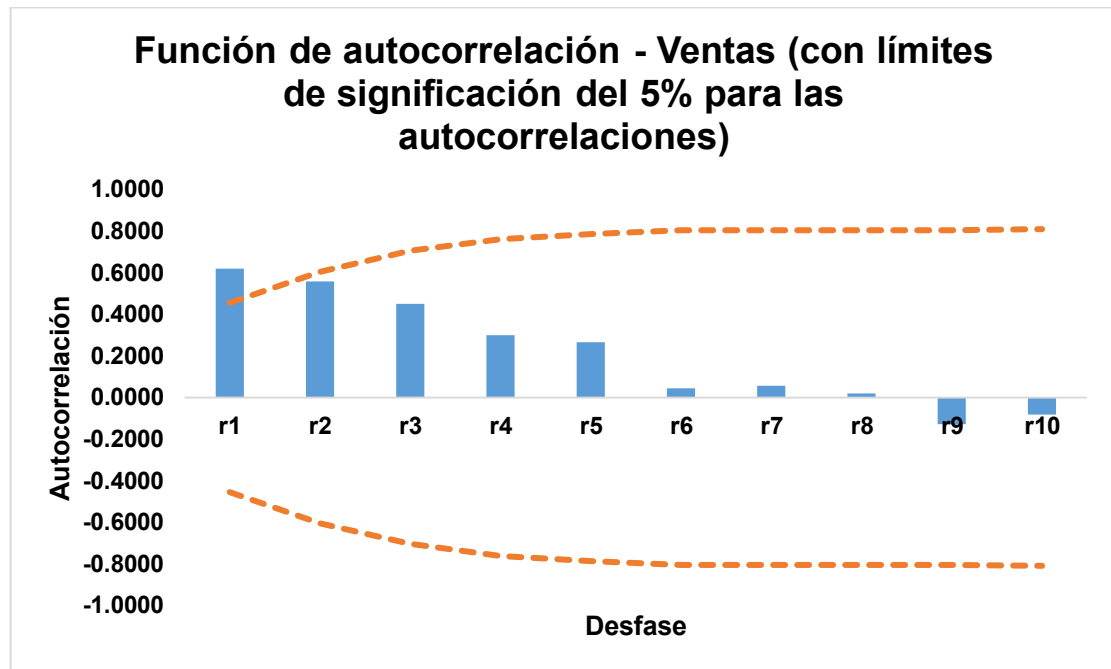
Desfase	ACF = r	Sumatoria Q	LBQ
1	0,619899	0,019213711	9,28
2	0,559038	0,016448575	17,22
3	0,451251	0,011312654	22,69
4	0,298461	0,005239949	25,22
5	0,265102	0,004392443	27,34
6	0,044214	0,000130326	27,40
7	0,057654	0,000237425	27,52
8	0,019650	2,97017E-05	27,53
9	-0,127768	0,001360385	28,19
10	-0,082314	0,000615965	28,49

De acuerdo con el cuadro 19, se puede observar que a medida que el número de desfases aumenta, el coeficiente de autocorrelación disminuye hasta tomar valores negativos. La sumatoria de Q corresponde a la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 12: } \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k}$$

Una vez realizado todos los cálculos, se procede a graficar la autocorrelación de los coeficientes de correlación y se compara con los desfases de tiempo para cada valor de ventas, en el gráfico 3 se presenta la autocorrelación de ventas.

Gráfico 3. Autocorrelación de ventas.



Con base en el gráfico 3, se pueden apreciar las barras azules que indican el desfase de tiempo y su respectivo coeficiente de autocorrelación, se observa que a medida que aumenta los desfases de tiempo el coeficiente de autocorrelación disminuye hasta volverse negativo a partir del desfase número 9.

Finalmente, todo el procedimiento que se desarrolló, fue realizado con el propósito de elegir una técnica de pronóstico adecuada que permita estudiar el comportamiento de las ventas en la empresa, se puede evidenciar que la organización ha tenido un crecimiento positivo, pero, como es una empresa que ofrece el servicio de maquila en confecciones, en ocasiones pueden variar significativamente estas ventas, debido a esto, se recomienda que el gerente de la empresa actualice cada 2 o 3 meses la plataforma de autocorrelación, con el propósito de analizar el comportamiento de las ventas de camisetas.

9.2. PRONÓSTICO

Para determinar una adecuada técnica de pronóstico se debe considerar la prueba de autocorrelación, con el propósito de verificar el valor del LBQ del último dato acumulado y haciendo uso de la distribución chi cuadrado se determina la correlación de los datos para un determinado patrón de tendencia.

Cuadro 20. Valores de Chi cuadrado con coeficiente del 5%

Desfase	Distribución Chi ²
1	3,84
2	5,99
3	7,81
4	9,49
5	11,07
6	12,59
7	14,07
8	15,51
9	16,92
10	18,31

Con base en los valores de Lbq para diferentes desfases de tiempo presentados en el cuadro 19, se observa que en el desfase número 10 se tiene un Lbq de 28.49, para hacer uso de la tabla de chi cuadrado, los grados de libertad se toman de acuerdo al número de desfases en este caso 10, se toma un coeficiente del 5% para la distribución de los datos. En el cuadro 20, se aprecia los valores de chi cuadrado para los diferentes desfases de tiempo. Una vez obtenido estos datos se verifica el valor en la tabla chi cuadrado y se logra identificar un valor de 18.31, la tabla chi cuadrado se encuentra en el anexo E, con base a esto se establecen las hipótesis alterna y nula:

Hipótesis Nula: los datos están correlacionados entre sí, y exhiben un comportamiento con tendencia.

Hipótesis Alterna: Los datos no están correlacionados entre sí, y exhiben otro tipo de comportamiento.

De acuerdo con lo anterior, el Lbq en el desfase 10 tiene un valor de 28.49 que es mayor al valor de la tabla chi cuadrado 18.31, Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se logra verificar que el histórico de las ventas de las camisetas representa un comportamiento positivo a lo largo del tiempo.

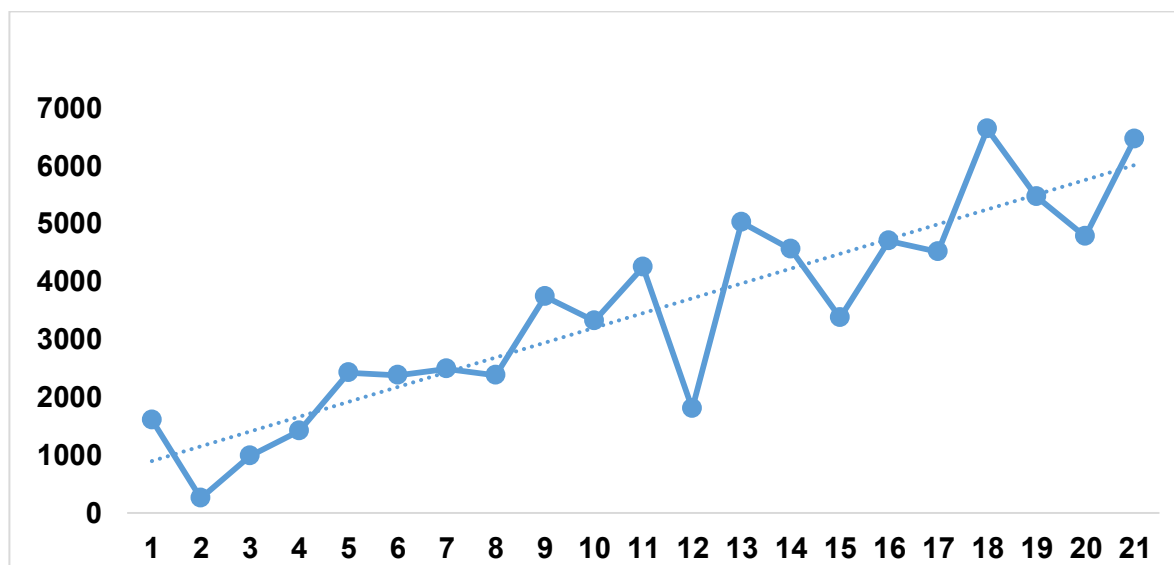
Una vez comprobado por medio de la autocorrelación que las ventas presentan un comportamiento con tendencia, se procede a verificar el método de pronóstico más adecuado con respecto al comportamiento de las ventas. Para una serie con tendencia a largo plazo, ya sea creciente o decreciente, en este caso las ventas de un producto final, existen dos técnicas de pronósticos adecuadas para este tipo de tendencia, primero; la suavización exponencial simple, que usa como parámetro el alfa, segundo; la suavización exponencial doble o Holt, con la diferencia en que este último agrega otro parámetro que es el beta, se realizaron los dos pronósticos y se llegó a la conclusión que el método de pronóstico más adecuado para la empresa es el método de suavizamiento exponencial doble o método Holt, se eligió este modelo de pronóstico por dos razones: primero; represento un menor Mse, segundo; al observar el comportamiento de las ventas desde febrero de 2015 hasta octubre de 2016, se evidencia un comportamiento con tendencia positiva, por esta razón se seleccionó este modelo, además, es un método sencillo de aplicar y entender para la persona que se encargará de manejarlo, en el cuadro 21, se presenta los valores de los residuos de cada una de las técnicas de pronóstico adecuadas para este tipo de tendencia:

Cuadro 21. Comparativa de mediciones del error de pronóstico.

Técnica	Mad	Mse
Suavización Exponencial Simple	1101,75	1535430,78
Suavización Exponencial Doble	820,59	1145794,4

En el gráfico 4, se presenta el comportamiento de las ventas de cada mes de las camisetas tipo Polo, tipo T-Shirt y tipo cuello V, una de las ventajas de la técnica suavización exponencial doble o Holt, es su simplicidad y flexibilidad al seleccionar los coeficientes que controlan la tendencia (beta) y el nivel (alfa), en el cuadro de pronósticos que se presentará a continuación, se evidencia claramente que la tendencia actual es un promedio ponderado de dos estimados de tendencia, es decir, uno está dado por el cambio de nivel que es alfa desde el tiempo $t - 1$ hasta $t(L_t - L_{t-1})$ y el otro coeficiente es la tendencia suavizada anterior (T_{t-1}) que es beta.

Gráfico 4. Comportamiento de las ventas



Cuadro 22. Pronóstico Agregado de la demanda y cálculo de errores

	t	Ventas	Lt	Tt	Yt+p	e	e^2	ABS e	MAPE
Año 2015	1	1601	1601	0					
	2	255	1188,79	-178,36	1601	-1346	1811716	1346	5,28
	3	982	1001,73	-182,13	1010,43	-28,43	808,5	28,43	0,03
	4	1421	1003,77	-102,44	819,6	601,4	361683,5	601,4	0,42
	5	2418	1365,81	98,54	901,34	1516,66	2300259,8	1516,66	0,63
	6	2379	1744,46	219,74	1464,35	914,65	836588,8	914,65	0,38
	7	2495	2126,75	290,08	1964,2	530,8	281753,1	530,8	0,21
	8	2383	2406,47	285,6	2416,83	-33,83	1144,5	33,83	0,01
	9	3744	3014,21	424,99	2692,06	1051,94	1106567,6	1051,94	0,28
	10	3323	3403,62	409,59	3439,2	-116,2	13503,1	116,2	0,03
	11	4249	3946,67	467,34	3813,21	435,79	189916	435,79	0,1
Año 2016	12	1800	3613,48	120,95	4414	-2614	6833014,8	2614	1,45
	13	5025	4129,66	291,97	3734,43	1290,57	1665567,1	1290,57	0,26
	14	4552	4461,55	309,24	4421,63	130,37	16996,5	130,37	0,03
	15	3376	4343,65	124,42	4770,8	-1394,8	1945461,2	1394,8	0,41
	16	4697	4538,18	154,75	4468,07	228,93	52411,1	228,93	0,05
	17	4518	4639,36	131,57	4692,93	-174,93	30600,1	174,93	0,04
	18	6641	5343,63	379,38	4770,93	1870,07	3497157,2	1870,07	0,28
	19	5462	5643,08	344,79	5723,01	-261,01	68125,5	261,01	0,05
	20	4777	5617,05	184,34	5987,87	-1210,87	1466201	1210,87	0,25
	21	6462	6003,69	271,88	5801,38	660,62	436413,3	660,62	0,1
	22				6275,57				
	23				6547,45				

Continuación cuadro 22

Año 2017	24				7091,2				
	25				7363,08				
	26				7634,96				
	27				7906,84				
	28				8178,71				
	29				8450,59				
	30				8722,47				
	31				8994,34				
	32				9266,22				
	33				9538,1				

Con base en el cuadro 22, se puede observar el pronóstico agregado de las camisetas tipo Polo, T-Shirt y cuello V, la columna t representa los meses del año de febrero del 2015 hasta octubre del 2016, además, en la columna Lt se encuentran los valores de nivel, que toma como parámetro el alfa, cuya restricción se encuentra en el intervalo de 0 a 1 y en la columna Tt se encuentran los valores de tendencia, que utiliza como parámetro el beta, cuya restricción varía de 0 a 1. Finalmente, se presenta la proyección del pronóstico desde el periodo 22 que corresponde al mes de noviembre del 2016 hasta el periodo 33 que corresponde al mes de octubre del 2017, estos valores sirven de partida para realizar el plan agregado de producción y el plan maestro de producción. A continuación, se presenta los cálculos realizados para el pronóstico agregado.

$$\text{Ecuación 13: } T_t = \beta * (L_{t_2} - L_{t_1}) + (1 - \beta) * T_{t_1}$$

$$T_2 = 0.4326 * (1188.79 - 1601.00) + (1 - 0.4326) * 0 = -178.36$$

Con base en la ecuación 13, se evidencia que el parámetro beta hace distributiva con el suavizamiento del promedio actual y luego realiza de nuevo distributiva pero esta vez con el valor del suavizamiento de tendencia anterior, una vez realizado este producto se restan. Luego de realizar este cálculo, se procede a calcular el suavizamiento de nivel del promedio con la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 14: } L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$L_2 = 0.3062(255) + (1 - 0.3062)(1601.00 + 0) = 1188.79$$

De acuerdo con la ecuación 14, el valor L_t se calcula tomando el promedio ponderado de las dos estimaciones de nivel, es decir, una estimación dada por la venta actual (Y_t) y la otra estimación dada por la suma de la tendencia anterior (T_{t-1}) y el nivel anterior suavizado (L_{t-1}). Una vez calculado estos dos valores, se procede a calcular el valor del pronóstico para el periodo t en el futuro, que en definitiva será el ajuste total del promedio y de la tendencia, para realizar el pronóstico actual, es necesario realizar la suma de $T_t + L_t$ un periodo anterior. A continuación, se presenta la ecuación que representa dicho cálculo:

$$\text{Ecuación 15: } \text{Pronostico}_t = T_t + L_t$$

$$\text{Pronostico}_3 = 1188.79 + (-178.36) = 1010.43 \text{ unidades}$$

De acuerdo con la ecuación 15, se realizó el cálculo del pronóstico para el periodo 3 que corresponde al mes de abril del 2015, el cual tuvo como resultado 1010.43 unidades.

Una vez calculado el pronóstico, es necesario calcular el error para las ventas y para cada valor del pronóstico, con el propósito de verificar que tan certeros son los datos arrojados por el modelo de pronóstico utilizado.

$$\text{Error} = Y_t - Y_{tp}$$

$$\text{Error}_{\text{periodo 4}} = 1421 - 819.60 = 601.4 \text{ unidades}$$

Con base en el error calculado, se puede decir que existe una subestimación de la demanda real con una magnitud de 601.4 unidades. Luego, se procede a realizar los cálculos para todos los periodos, con el propósito de obtener una medida de error estándar, la mayoría de estas medidas son el promedio de alguna función de la diferencia entre su valor real y su valor pronosticado, estas diferencias se conocen como residuos, con respecto a los métodos para resumir los errores generados por una técnica de pronóstico, existen varios con pequeñas modificaciones, en este caso se usará la Mad ya que es un método que sirve para evaluar una técnica de pronósticos y usa el promedio de los errores absolutos.

La desviación media absoluta (Mad)³¹ mide la exactitud del pronóstico, promediando las magnitudes de los errores del pronóstico (los valores absolutos de los errores). La Mad está en las mismas unidades que la serie original, y proporciona un tamaño promedio de los “errores” sin importar la dirección, la ecuación para calcular la Mad esta dada por:

$$\text{Ecuación 16: MAD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - Y_{tp})$$

Dónde:

Y_t = Valor real en el periodo t.

Y_{tp} = Valor del pronóstico en el periodo t.

$$\text{MAD} = \frac{16411.88}{20} = 820.59 \text{ unidades}$$

Para el cálculo de la Mad, es la suma de los errores absolutos entre el número de periodos, de acuerdo con lo anterior, la Mad arrojo un valor de 820.59, lo que indica que el pronóstico esta desviado un promedio de 820.59 unidades, este valor está sujeto a cambios, debido a que el gerente de la empresa mes a mes debe actualizar la columna de las ventas mensuales para el desarrollo del pronóstico mensual.

El método siguiente también sirve para evaluar la técnica de pronóstico, es denominado Mse (error cuadrático medio), el proceso es el siguiente: Cada error o residuo se eleva al cuadrado; luego éstos se suman y se dividen entre el número de observaciones. Con base en lo anterior, la ecuación para calcular el Mse esta dada por:

$$\text{Ecuación 17: MSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - Y_{tp})^2$$

$$\text{MSE} = \frac{22915888.6}{20} = 1145794.43$$

³¹ Ibid., p. 82

Con base en la ecuación 17, el Mse es la suma de los errores al cuadrado entre el número de periodos, el cual arrojo un valor de 1145794.43, En ocasiones es más útil calcular los errores del pronóstico en términos de porcentajes en vez de cantidades.

La raíz cuadrada del error cuadrático medio³², también se usa para evaluar los métodos de elaboración de pronósticos. Tanto la **Rmse** como la **Mse** sancionan los errores grandes, pero conserva las mismas unidades de la serie que se está pronosticando, de modo que su magnitud se interpreta con mayor facilidad. La RMSE se presenta con la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 18: RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - Y_{tp})^2}$$

$$\text{Ecuación 19: } \sigma = \sqrt{\text{MSE}}$$

$$\sigma = \sqrt{1145794.4} = 1070.41$$

Con base en el cálculo de la ecuación 19, el valor de la sigma del Mse es de 1070.41 unidades, valor que está sujeto a cambios.

El error porcentual absoluto medio (Mape) se calcula con obtener el error absoluto de cada periodo, dividiendo éste entre el valor real observado en ese periodo y promediando estos errores porcentuales absolutos, a continuación, se presenta la ecuación para calcular el error porcentual absoluto medio:

$$\text{Ecuación 20: MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - Y_{tp}|}{|Y_t|}$$

$$\text{MAPE(promedio)} = \frac{10.31}{20} = 52\%$$

³² Ibid., p. 83

Con base en el cálculo de la ecuación 20, el Mape arroja un valor del 52%, lo que indica que las unidades de ventas están a una distancia aceptable de las unidades pronosticas, este resultado es debido a las unidades vendidas en el periodo 2, fueron de 255 unidades y el pronóstico para ese mismo periodo es de 1.601 unidades, por lo tanto, al realizar el cálculo de la MAPE para ese periodo el resultado es un porcentaje alto.

$$\text{MAPE}(\text{marzo}) = \frac{1346.0}{255} = 528\%$$

Cuadro 23. Resumen de los errores del pronóstico

	ECM	MAD
	1145794,4	820,59
Des. Estándar	1070,41788	

Con base en el cuadro 23, se presentan los resultados obtenidos a través del pronóstico agregado, donde se resumen para su mayor entendimiento. A continuación, en el cuadro 24, se presentan los valores de los coeficientes beta y alfa óptimos cumpliendo con la función objetivo de minimizar el Mse.

Cuadro 24. Valores de beta y alfa

Alfa	0,30624486
Beta	0,43269667

Los valores de alfa y beta fueron determinados a través de la herramienta disponible en Excel® “Solver” en donde dichos valores deben satisfacer las siguientes restricciones:

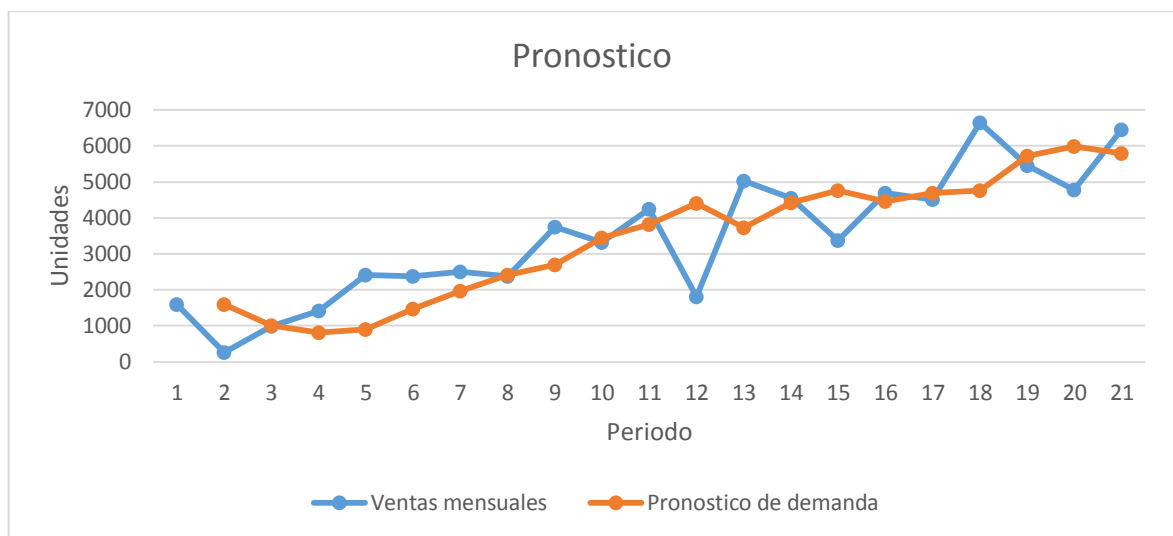
$$0 \geq \alpha \leq 1 ; 0 \geq \beta \leq 1$$

Sujeto a minimizar el Mse (error cuadrático medio).

Con base en las restricciones anteriores, la herramienta Excel® busca los valores más indicados cumpliendo con las restricciones y sujeto a la función objetivo que es minimizar el Mse, estos dos parámetros beta y alfa están sujetos a

modificaciones, es decir, cada vez que el gerente actualice la columna de las ventas mensuales de las camisetas, es necesario que estos dos parámetros sean actualizados, debido a que no es recomendable seguir con los mismos parámetros, ya que puede que los errores del pronóstico aumenten de manera considerable y la técnica de pronóstico ya no sea la más adecuada. A continuación, en el gráfico 5, se presenta el comportamiento de las ventas con el pronóstico, la línea azul describe el comportamiento de ventas de febrero de 2015 hasta octubre de 2016 de las referencias de estudio, además, la línea naranja describe el pronóstico de las unidades vendidas de las camisetas.

Gráfico 5. Pronóstico de la demanda



Para finalizar, las ventas que se pronosticaron anteriormente, están sujetas a cambios, debido a esto, desde la plataforma de Excel®, en la pestaña “Sistesis de ventas” el gerente cambie frecuentemente las ventas de camisetas y logre observar si la tendencia sigue igual o realiza otro tipo de comportamiento, de ser así, se debe considerar utilizar la técnica más acorde al comportamiento de la demanda, todos los cálculos se encuentran en el anexo G.

10. PLANEACIÓN AGREGADA DE PRODUCCIÓN

El pronóstico calculado en el capítulo anterior, es la base para obtener el plan agregado de producción. El horizonte de planificación para este caso fue de 10 meses, es decir, de enero a octubre de 2017. Para el plan agregado de producción, hay que tener en cuenta, que la empresa produce varias referencias y estilos de prendas de vestir para línea directa, como son: batolas, leggings, camisetas, debido a esto, se trabajó con las prendas que más rotación tienen en la empresa que son: las camisetas tipo Polo, tipo T-Shirt y tipo cuello V.

El propósito de la planeación agregada es especificar la combinación óptima de la tasa de producción, del nivel de fuerza laboral y del inventario disponible. Este método se basa específicamente en la existencia de una unidad agregada de producción, es decir, cuando la clase de artículo en este caso camisetas, debe convertirse en una planeación jerárquica de producción.

La empresa fabrica aproximadamente 10 productos para Línea directa, algunos realizados de diferentes maneras, como por ejemplo: las batolas, los leggings, blusa de encaje, debido a esto, los planes a mediano y largo plazo no necesitan ese nivel de detalle, es decir, los productos se agrupan para formar una sola unidad agregada, en este caso, las referencias que más generan valor para la empresa son las camisetas tipo Polo, T-Shirt y cuello V, estas tres referencias se han agrupado para formar una unidad agregada denominada camisetas, los planes a corto plazo se denominan capacidad y los planes a mediano y largo se denominan planes agregados. En el cuadro 25, se presentan los costos que intervienen en el proceso de confección de las prendas.

10.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Cuadro 25. Costos de producción

Ítem	Unidad (pesos)
Salarios operarios	\$767.154
Costo tiempo regular por operario	\$1.166.074
Salarios supervisora	\$1.022.804
Costo tiempo regular supervisora	\$1.554.662
Salario mecánico	\$428.000
Costo de contratación y despido	\$1.183.694
Costo tiempo regular	\$5.716
Horas extras	\$7.145
Repuestos	\$320.000
Mantenimiento	\$748.000
Hilos	\$515.000
Insumos de producción	\$146.000
Costo de materiales e insumos	\$661.000
Prestaciones de ley	52%

Con base en el cuadro 25, se presenta el valor de los costos que están involucrados directamente con la producción de las camisetas. A continuación, se procede a explicar cada costo:

Salario operaria. Una operaria de confección trabaja 8.5 horas de lunes a viernes y los sábados 5.5 horas y devenga un salario de \$ 767.154.

Ecuación 21: Salario operario = Salario mínimo + subsidio de transporte

$$\text{Salario operario} = \$689.454 + \$77.700 = \$ 767.154$$

Luego este valor se multiplica por el 52% (el 52% sobre el salario mínimo es lo que le cuesta a la empresa mantener un empleado). A continuación, se presenta el cálculo del costo de tiempo regular por operaria:

$$\begin{aligned}\text{Ecuación 22 : Costo tiempo regular por operaria} &= 767.154 * (1 + 0.52) \\ &= \$1.166.074\end{aligned}$$

Con base en el cálculo anterior, lo que le cuesta realmente mantener a la empresa un operario por tiempo regular es de \$1.166.074.

Salario supervisora. La bonificación mensual hace referencia a una ganancia por sus labores diferenciadores, es decir, la supervisora tiene la responsabilidad de garantizar que todos los insumos y maquinaria estén a la perfección, y es la encargada de balancear el módulo de acuerdo a la referencia a confeccionar, es por esta razón que se le paga una bonificación, el salario de la supervisora es de \$1.022.804.

Ecuación 23: Salario supervisora

= Bonificación mensual + Salario mínimo + subsidio de transporte

$$\text{Salario supervisora} = \$255.650 + \$689.454 + \$77.700 = \$1.022.804$$

Luego este valor se multiplica por el 52%, que es el porcentaje que le cuesta a la empresa mantener a la supervisora. A continuación, se presenta el cálculo del costo de tiempo regular de la supervisora:

$$\begin{aligned}\text{Ecuación 24: Costo tiempo regular supervisora} &= \$1.022.804 * (1 + 0.52) \\ &= \$1.554.662\end{aligned}$$

De acuerdo con el cálculo anterior, lo que le cuesta en realidad a la empresa mantener a la supervisora es de \$1.554.662.

Salario mecánico. Con base en este costo, el mecánico trabaja por servicio, es decir, sólo acude a la empresa una hora por día y en esa hora el mecánico se encarga de solucionar los problemas que la maquinaria presenta en el momento, debido a esto, el mecánico devenga un salario mensual de \$428.000.

Costo de contratar y despido. Para el costo de contratación y despido de una persona, se estimó un valor de \$1.183.694, que corresponde al costo tiempo regular por operario, junto con la afiliación a la Eps, caja de compensación que representan \$10.000 y la hora de capacitación que tiene un valor de \$7.620, debido a que estimar este costo exacto resulta ser algo complejo, ya que, en el caso de despedir un operario se le debe sumar a este costo el pago del tiempo

laborado y no todas las operarias reciben este mismo valor. A continuación, se presenta el cálculo del costo de contratar y despedir un operario:

Ecuación 25: Costo despido

$$= \text{Costo tiempo regular por operario} + \text{Afiliación EPS} \\ + \text{Afiliación caja compensación} + \text{Hora de capacitación}$$

$$\text{Costo de despido} = \$1.166.074 + \$5.000 + \$5.000 + \$7.620 = \$1.183.694$$

Con base en el cálculo anterior, lo que le cuesta a la empresa contratar y despedir un operario es \$1.183.694. Además, con respecto a la hora de capacitación, está la realiza casi siempre la supervisora de producción, dado que ella es la encargada de verificar el funcionamiento correcto de la línea de producción, por ende, es la más capacitada para brindar esta capacitación a los nuevos empleados, este costo se estimó de la siguiente manera:

$$\text{Ecuación 26: Costo por día (supervisora)} = \frac{1.554.662}{24} = \$ 64.777$$

De acuerdo con el cálculo anterior, se tuvo en cuenta el costo de tiempo regular de la supervisora, que incluye el auxilio de transporte, bonificación mensual y lo que le cuesta mensualmente a la empresa mantener a la supervisora, luego, este valor se dividió sobre 24 días, se considero estos días laborales con el propósito de calcular el valor que le cuesta a la empresa mantener a la supervisora por día laboral. De acuerdo con lo anterior, a la empresa le cuesta mantener a la supervisora de producción \$64.777 por día, luego, para saber cuánto le cuesta por hora se realiza la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 27: Costo regular por hora (supervisora)} = \frac{64.777}{8.5} = \$ 7.620$$

De acuerdo con lo anterior, a la empresa le cuesta mantener a la supervisora de producción \$7.620 por hora regular laborada, el valor 8.5 corresponde a las horas laborales diarias, con base en lo anterior, se estimó este costo de capacitación.

Costo de una hora por trabajador. Para el cálculo del costo de una hora por operario es, el costo de tiempo regular por operario entre los días laborales del

mes, para el cálculo de este costo, se consideró 24 días laborales al mes, debido a que en ocasiones estos días pueden variar, por días de fiestas, vacaciones.

$$\text{Ecuación 28: Costo regular por día (operario)} = \frac{1.166.074}{24} = \$ 48.586$$

Con base en el cálculo anterior, lo que le cuesta a la empresa por día mantener un operario es \$48.586, laborando los 24 días al mes.

Luego, se realiza el cálculo de lo que le cuesta a la empresa 1 hora de tiempo regular por trabajador, este cálculo se realizó con base al costo regular por día, sobre el turno laboral que es de 8.5 horas.

$$\text{Ecuación 29: Costo por hora (operario)} = \frac{48.586}{8.5} = \$ 5.716$$

De acuerdo con lo anterior, lo que le cuesta a la empresa 1 hora de tiempo regular por trabajador es \$5.716, este costo es un estimado, debido a que puede variar según los días laborales al mes.

$$\text{Ecuación 30: Costo hora extra} = \$5.716 * 1.25 = \$7.145$$

Costo hora extra. Este costo de horas extras se considera cuando existen unidades que no se producen en tiempo normal, por ende, es necesario que los operarios trabajen horas extras para cumplir con la totalidad de unidades, este costo está contemplado según el código sustantivo del trabajo en el artículo 168 numeral 2 que dice lo siguiente: el trabajo extra diurno se remunera con un recargo del veinticinco por ciento (25%) sobre el valor del trabajo ordinario diurno³³.

Repuestos. Hace referencia a lo que la empresa gasta en repuestos de las máquinas, ya sea, por daño de una pieza, este costo está asociado al del

³³CÓDIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO. Artículo 168. Tasas y liquidación de recargos. Modificado por el art. 24, Ley 50 de 1990. [en línea]. Colombia [consultado el 20 de noviembre del 2016]. Disponible en internet: <http://www.mintrabajo.gov.co/preguntas-frecuentes/jornada-de-trabajo.html>.

mecánico debido a esto se ha consolidado este costo como uno solo denominado “costo de mantenimiento”.

Ecuación 31: Costo de mantenimiento = Salario mecanico + repuestos

$$\text{Costo de mantenimiento} = \$428.000 + \$320.000 = \$748.000$$

Con base en lo anterior, el costo de mantenimiento de las máquinas de la empresa es de aproximadamente \$748.000, el costo de los repuestos se estimó con base a un histórico de 4 meses y luego se realizó un promedio que arrojo como resultado \$320.000.

Insumos de producción. Hace referencia a los materiales e insumos necesarios que cuentan por parte de la empresa para la fabricación de las prendas, algunos insumos son los siguientes: agujas, cintas, sujetadores, acetatos para moldes, cartón paja para moldes, aluminios para moldes. Además, la empresa también se encarga de comprar los hilos necesarios para confeccionar las prendas.

Costos de hilos. El estimado de costo, se realizó con base a datos históricos de 4 meses, de ahí se realizó el promedio para determinar el costo aproximado de hilos es de: \$515.000.

Costos de insumos. Para estimar este costo, se realizó el mismo procedimiento del costo de hilos, el cual tiene un costo aproximado de: \$146.000.

Finalmente, estos costos se pueden consolidar en uno solo, denominado costo de materiales e insumos, como se describe a continuación:

Ecuación 32: Costo de materiales e insumos
= Costos de materia prima + costos de insumos

$$\text{Costo de materiales e insumos} = \$515.000 + \$146.000 = \$661.000$$

Prestaciones de ley. Son las mínimas a las que los gerentes están obligados a cubrir y a las que los trabajadores tienen derecho, y estas no podrán modificarse o ser renunciables a menos que sea de común acuerdo y que queden anotadas en

el contrato. En el caso de la empresa estas prestaciones son: Arl, eps, pensión, vacaciones, este costo es del 52% sobre el salario básico real.

Cuadro 26. Requerimiento inicial de la Planeación agregada.

	Requerimiento inicial		
	Enero	Febrero	Marzo
Inventario inicial	0	0	0
Pronostico	7091	7363	7635
Inventario de seguridad	0	0	0
Número de días hábiles	21	20	22
Requerimiento de producción	7091	7363	7635
Inventario final	0	0	0

Como se puede observar en el cuadro 26, se presentan los requerimientos iniciales de producción para los meses de enero, febrero y marzo del 2017. La empresa presta el servicio de maquila en confecciones, es decir, trabaja bajo pedido, por ende, no produce para tener inventarios, debido a esto, el pronóstico de la demanda es el mismo requerimiento de producción. A continuación, se presentan los cálculos correspondientes:

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 33: Requerimiento de produccion} \\ = \text{Pronostico} + \text{Inventario de seguridad} - \text{Inventario inicial} \end{aligned}$$

$$\text{Requerimiento de produccion (Enero)} = 7091 + 0 + 0 = 7091$$

Con base en la ecuación 33, el requerimiento de producción para el mes de enero del 2017 es de 7091 unidades de camisetas, lo que indica que la empresa debe producir esta cantidad de unidades para satisfacer la demanda. A continuación, se presenta la ecuación para el cálculo del inventario final.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 34: Inventario final} \\ = \text{Inventario inicial} + \text{requerimiento de producción} - \text{pronostico} \end{aligned}$$

$$\text{Inventario final (enero)} = 0 + 7091 - 7091 = 0$$

Con base en la ecuación 34, el inventario final es cero, dado que es una empresa que trabaja bajo pedido, por ende, todo lo que producen se despacha en el menor tiempo posible, todos los cálculos se encuentran en el anexo H.

Cuadro 27. Unidades totales pronosticadas y días totales

Ítem	Unidades
Unidades totales del pronóstico	95.970
Días totales laborales	245

En el cuadro 27, se presentan las unidades totales del pronóstico desde noviembre de 2016 hasta octubre de 2017. Además, se presenta el total de días laborales en todo el horizonte de tiempo.

10.2. VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FUERZA LABORAL

En esta estrategia, cada mes se produce justo la cantidad demandada y no se almacena, es decir, el objetivo de esta estrategia es no tener inventarios, por esta razón cuando aumenta la demanda los trabajadores se incrementan y se despiden cuando la demanda disminuye, es necesario contratar el número de trabajadores necesarios para cada mes.

Para desarrollar dicha estrategia, es necesario contar con un tiempo estándar de producción básico que arroje el tiempo de producción de una unidad agregada, a continuación, se presentan los cálculos pertinentes para definir el estándar de producción. Con base en lo anterior, para fabricar sólo una prenda debe pasar por todas las operarias de confección, por ende, se debe considerar el tiempo de cada estación de trabajo.

Primero, una operaria recibe los insumos necesarios para confeccionar las prendas, luego, se encarga de revisar que todos los insumos y materiales estén correctos y los compara con la ficha técnica, con el propósito de verificar que la cantidad de insumos sea correcto y que los cortes concuerden con las medidas de la prenda, una vez revisado los insumos se procede a organizar el trabajo, es decir, acomodar los cortes e insumos por referencia, con el objetivo de agilizar y facilitar el trabajo, luego de haber organizado todos los insumos, una patinadora

lleva los insumos según la referencia hasta la primera estación de trabajo y es ahí donde inicia el proceso de confección de la prenda. Las tres referencias tienen pequeñas diferencias cuando se procede a confeccionar, es decir, poseen los mismos insumos y operaciones similares, pero, cada una tiene su factor diferencial, por ejemplo: en la camiseta tipo Polo, el tiempo de producción es mayor que las otras dos referencias, debido a que requiere más operaciones para su confección, por esta razón, se tuvo en cuenta el tiempo de cada referencia y el porcentaje de participación de ventas según los datos históricos, con el propósito de trabajar con este estándar básico de producción para las camisetas.

Cuadro 28. Tiempo estándar básico por unidad

Referencias	Tiempo básico por unidad (hora)	Turno laboral (horas)	% de participación ventas
Camiseta tipo polo	0.2877	8,5	0,38
Camiseta tipo T-Shirt	0.1271	8,5	0,36
Camiseta tipo cuello V	0,1412	8,5	0,25
Tiempo producción	0,1903		1.00

Fuente: Confecciones A&J S.A.S.

De acuerdo con el cuadro 28, los estándares de producción se extrajeron de un estudio de tiempos realizado anteriormente en la empresa, estos tiempos ya tienen en cuenta los suplementos que son: las necesidades básicas, los desayunos, los almuerzos. Además, se tuvo en cuenta la jornada laboral de 8.5 horas de trabajo diarias equivalentes a 510 minutos y el porcentaje de participación de ventas por referencia. A continuación, se presenta el cálculo para el tiempo de producción:

$$\begin{aligned}
 \text{Ecuación 35: Tiempo de producción} \\
 &= (0.2877 * 0.38) + (0.1271 * 0.36) + (0.1412 * 0.25) \\
 &= 0.1903 \text{ horas/unidad}
 \end{aligned}$$

Una vez identificada la tasa de producción de una unidad de camiseta, se procede a realizar el cálculo de la primera estrategia denominada variación del tamaño de fuerza laboral o plan de inventario cero, como primer paso, este plan empieza a definir el requerimiento de producción necesario para satisfacer la demanda de las camisetas, con base a esto, es necesario calcular el número de horas laborales que los operarios deberán trabajar, como así mismo el número de operarios necesarios para satisfacer el pronóstico de la demanda, el propósito de este plan es no tener sobre producción o unidades faltantes, lo que genera un

incumplimiento en los pedidos y por ende un bajo servicio al cliente, por último, se tendrá una suma de todos los costos involucrados en este plan de variación de fuerza laboral y dicho total será lo que la empresa debe asumir si implementa este plan. En el cuadro 29, se presentan los insumos necesarios para desarrollar las estrategias de planeación agregada.

Cuadro 29. Insumos necesarios para la planeación agregada

Ítem	Unidad (pesos)
Salario operario	\$ 767.154
Costo por hora regular	\$ 5.716
Costo de tiempo regular por operario	\$ 1.166.074
Costo hora extra	\$ 7.145
Costo de contratación y despido	\$ 1.183.694
Costo por unidad	\$ 1.845
Tiempo estándar por unidad	0,1903 (hora/und)
Inventarios inicial y seguridad	0 (unidad)
Turno laboral	8,5 (hora/día)

En el cuadro 29, se presentan los costos involucrados para el plan de fuerza nivelada o plan inventario cero. La empresa trabaja bajo pedido y no producen para tener inventarios, sino que lo que confeccionan se despacha al cliente en el menor tiempo posible y las unidades que no son despachadas en el momento establecido, se negocia con el cliente y se entrega en pedidos parciales.

A continuación, en el cuadro 30, se presenta el plan de variación del tamaño de fuerza laboral para el año 2017, donde se evidencia los días laborales por mes, se trabajó con estos días para este plan y no con 24 días como se mencionó en el análisis de los costos, debido a que se usó los 24 días para estimar el valor que le cuesta a la empresa mantener por día regular un operario, pero, en las estrategias de planeación agregada, se recomienda trabajar con los días reales laborales por mes, con el propósito de verificar como varía mensualmente los costos de mano de obra y las horas mensuales por trabajador.

Cuadro 30. Plan de variación del tamaño de la fuerza laboral

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Días laborales por mes	21	20	22	18	21
Horas de producción requeridas	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556
Horas mes por trabajador	179	170	187	153	179
1. Inventario inicial	0	0	0	0	0
Pronóstico de la demanda	7091	7363	7635	7907	8179
2. Inventario de seguridad	0	0	0	0	0
3. Requerimiento de producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179
4. Producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179
Inventario final	0	0	0	0	0
Número de trabajadores necesarios	8	9	8	10	9
Número de trabajadores disponibles	12	8	9	8	10
Trabajadores a despedir	-4	0	-1	0	-1
Trabajadores a contratar	0	1	0	2	0
Costo de despido	4.734.776	0	1.183.694	0	1.183.694
Costo de contratar	0	1.183.694	0	2.367.388	0
Costo de mano de obra	8.162.519	8.745.556	8.551.210	8.745.556	9.182.833

Con base en el cuadro 30, se puede evidenciar que el requerimiento de producción es el pronóstico de la demanda, las horas de producción requeridas son el requerimiento de producción por el estándar básico de producción de camisetas, este cálculo arroja las horas requeridas para producir y satisfacer la demanda, luego, se calculan las horas necesarias al mes por trabajador, que son los días hábiles del mes por el turno laboral que es de 8.5 horas. Una vez realizado el cálculo anterior, se procede a estimar el número de trabajadores requeridos para satisfacer el requerimiento de producción con base a la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 36: T. R} = \frac{\text{Estandar basico} * \text{requerimiento de producción}}{\text{Días laborales} * \text{Turno laboral}}$$

$$\text{T. R(Enero)} = \frac{0.1903 \text{ horas} * 7091 \text{ unidades}}{21 \text{ dias} * 8.5 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}} = 7.55 \cong 8 \text{ trabajadores}$$

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 37: Costo de mano de obra} \\ = \text{Días laborales} * \text{costo hora regular por operario} * \text{turno laboral} \\ * \# \text{ de trabajadores} \end{aligned}$$

Costo de mano de obra (Enero) = 21días * \$5.716 * 8.5 horas * 8 trabajadores = \$8.162.519

Con base en la ecuación 36, para el mes de enero se observa que la planta de producción en la actualidad cuenta con 12 operarias dedicadas al proceso de confección, pero, para lograr satisfacer con la demanda y no incurrir a faltantes se requieren 8 operarias, por esta razón se debe despedir 4 operarias. Además, con base en la ecuación 37, se realizó el cálculo del costo de mano de obra para el mes de enero el cual arroja un valor de \$8.162.519. Para el mes de febrero se observa que es necesario contratar un operario más, debido a que el requerimiento de producción es mayor, por lo tanto se necesita un operario más para lograr satisfacer la demanda, lo mismo pasa con el mes de abril, ya que a medida que el requerimiento de producción sea mayor, se necesitarán más trabajadores para cumplir con la demanda, pero, en este mes solo se cuenta con 18 días laborales, debido a esto, es necesario contratar 2 operarios más para lograr cumplir con la demanda establecida mensual de camisetas. En el cuadro 31 se observa que este plan sólo tiene en cuenta los costos de contratación, despidos y costo total de mano de obra.

Cuadro 31. Costos totales plan variación del tamaño de la fuerza laboral

Ítem	Unidad (pesos)
Costo total de contratación	\$ 7.102.164
Costo total de despido	\$ 8.285.858
Costo total de mano de obra	\$ 94.889.278
Costo total	\$ 110.277.300

En el mes de septiembre no se despiden ni se contratan trabajadores, debido a que los trabajadores disponibles logran satisfacer la demanda mensual de camisetas. Para el mes de abril se deben contratar 2 trabajadores más, debido a que los días laborales para ese mes son menos que para el mes de marzo, por ende, para satisfacer con la demanda se debe contratar 2 operarios más, y para el mes de mayo se debe despedir 1 operario, en los meses restantes se contratan y despiden trabajadores excepto en el mes de septiembre, este plan tiene un horizonte de enero de 2017 hasta octubre del mismo año.

El costo total para la implementación de este plan de producción es de \$110.277.300, el costo total de despido para los meses del plan es de \$8.285.858, el costo total de contratación es de \$7.102.164 y el costo total de mano de obra para este intervalo de tiempo son de \$94.889.278, en el gráfico 6 se ilustra de manera visual los costos de la primer estrategia.

Gráfico 6. Análisis de costos estrategia 1

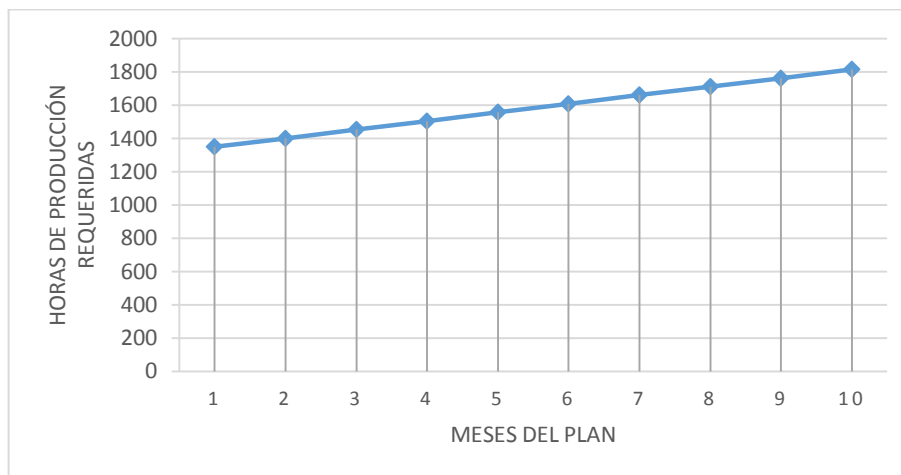


Con base en el gráfico 6, se evidencia que el costo de mano de obra es el costo más representativo para este plan, seguido del costo de despido y por último el costo de contratación.

Como conclusión, este plan se basa en el cálculo de las horas requeridas teniendo en cuenta el estándar básico de producción para la fabricación de una unidad de camisetas y con base en este valor se calculó el número de trabajadores necesarios para cumplir con los requerimientos de producción en la empresa.

La producción de las camisetas, sigue una secuencia de operaciones que se deben cumplir en una serie de procesos, para fabricar una sola camiseta de cualquier referencia se requieren mínimo 9 operarias en línea, sin embargo, en la actualidad, hay 12 operarias dedicadas al proceso de confección que incluye las operarias manuales, además, las operarias confeccionan las prendas sin una planeación establecida, es decir, no llevan un control de las cantidades que se deben producir y por ende, no cumplen con las cantidades establecidas por el cliente, debido a esto, para lograr un cumplimiento con la demanda mensual de camisetas y no incurrir a unidades faltantes es necesario que los operarios trabajen muy cercano al estándar de producción por cada camiseta y logren confeccionar la producción mensual que pide la planeación agregada, con el propósito de no afectar al despacho de las camisetas.

Gráfico 7. Horas de producción requeridas



De acuerdo con el gráfico 7, se presentan las horas requeridas de producción para no incurrir a unidades faltantes, además, se observa que a medida que los meses pasan, las horas de producción requeridas van en aumento, esto es debido a que el requerimiento de producción aumenta mensualmente, por ende, las horas requeridas para satisfacer con la demanda de camisetas aumenta, el plan fuerza laboral variable se encuentra en el anexo J.

10.3. FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE CON TIEMPO EXTRA

Para este plan se consideró un número mínimo de operarias que estarán en la línea de producción que son 9. En el momento que la labor de estas 9 operarias no alcance a cumplir con los requerimientos de producción, el gerente programa las horas extras que las operarias deberán trabajar para cumplir con la demanda establecida. En el cuadro 32, se presenta el plan fuerza de trabajo constante con horas extras.

Cuadro 32. Plan fuerza de trabajo constante con tiempo extra

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Días laborales por mes	21	20	22	18	21
1. Inventario inicial	0	0	0	0	0
Pronóstico de la demanda	7091	7363	7635	7907	8179
2. Inventario de seguridad	0	0	0	0	0
3. Requerimiento de producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179
Inventario final	0	0	0	0	0
Número de trabajadores disponibles	9	9	9	9	9
Horas ordinarias	1.607	1.530	1.683	1.377	1.607
Horas necesarias	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556
Horas extras	0	0	0	128	0
Costo de horas extras	0	0	0	173.595	0
Costo de mano de obra	9.182.833	8.745.556	9.620.111	7.871.000	9.182.833

En este plan se calculó las horas ordinarias para los 9 trabajadores con base a la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 38: Horas ordinarias} \\ = \text{Días laborales} * \text{turno laboral} * \text{trabajadores disponibles} \end{aligned}$$

$$\text{Horas ordinarias (Enero)} = 21 \text{ días} * 8.5 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 9 \text{ operarias} = 1.607 \text{ horas}$$

$$\text{Ecuación 39: Horas necesarias} = \text{Pronostico de la demanda} * \text{estandar basico}$$

$$\text{Horas necesarias (Enero)} = 7091 \text{ unidades} * 0.1903 \text{ hora/unidad} = 1.349 \text{ horas}$$

Para el mes de enero del 2017 se requieren 1.349 horas para cumplir con la demanda establecida de camisetas, pero las horas ordinarias arrojan un valor de 1.607 horas lo que significa que no se requiere contratar horas extras para este mes.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 40: Unidades disponibles antes de horas extras} \\ = \text{Horas ordinarias} - \text{horas necesarias} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Unidades disponibles antes de horas extras (Enero)} &= 1.607 \text{ horas} - 1.349 \text{ horas} \\ &= 258 \text{ horas}\end{aligned}$$

Con base en lo anterior, para el mes de enero no es necesario contratar horas extras, sin embargo, en el mes de abril se evidencia que las horas necesarias para cumplir con la demanda establecida es mayor que las horas ordinarias, debido a esto, es necesario contratar horas extras con el propósito de cumplir con la demanda establecida y no incurrir a unidades faltantes. El gerente de la empresa tomara la decisión de contratar a los operarios por horas extras y producir las 128 horas que hacen falta por despachar en ese mes.

$$\text{Horas extras} = 1.377 \text{ horas} - 1.505 \text{ horas} = -128 \text{ horas}$$

Ecuación 41: Costo de tiempo extra
= estandar de producción * horas tiempo extra * costo tiempo extra

$$\text{Costo de tiempo extra (Abril)} = 0.1903 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} * 128 \text{ horas} * \$7.145 = \$173.595$$

Para el mes de abril se tiene un costo de horas extras de \$173.145, esto se debe a que en el mes de abril, solo se cuentan con 18 días hábiles laborales, debido a esto, es necesario programar horas extras con el propósito de cumplir con los requerimientos de producción y no incurrir a unidades faltantes.

Ecuación 42: Horas de tiempo extra trabajadas
= horas extras * estandar de producción

$$\text{Horas de tiempo extra trabajadas (Abril)} = 128 \text{ horas} * 0.1903 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} = 25 \text{ horas}$$

Con base en el cálculo anterior, para el mes de abril se trabajarán 25 horas extras para cumplir con el requerimiento de producción.

Gráfico 8. Horas extras programadas



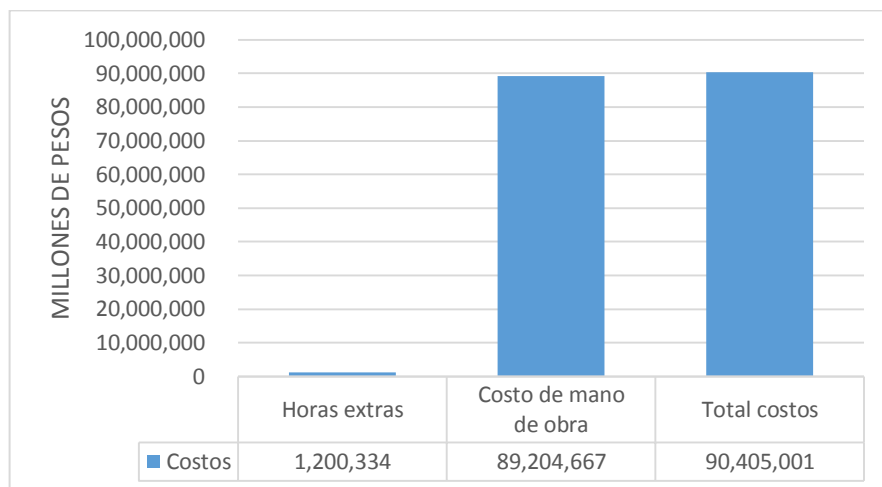
En el gráfico 8, se observa que las horas extras programadas para todo el plan presentan un comportamiento con tendencia creciente, esto se debe a que a medida que la demanda de las camisetas aumente, se van a requerir más horas de producción, por ende, se debe optar por contratar horas extras. Se recomienda que el gerente de la empresa con la supervisora de producción, evalúe la posibilidad de programar los turnos laborales con base a las horas propuestas, con el propósito de aprovechar al máximo el tiempo de producción. El plan fuerza laboral constante con horas extras se presenta en el anexo K.

Cuadro 33. Costos del plan fuerza laboral constante con horas extras

Ítem	Unidad (pesos)
Costo de horas extras	\$ 1.200.334
Costo de mano de obra	\$ 89.204.667
Total costos	\$ 90.405.001

Con base en el cuadro 33, la implementación de este plan tiene un costo total de \$90.405.001, un costo de horas extras de \$1.200.334 y un costo de mano de obra de \$89.204.667, como se puede evidenciar el costo de este plan es menor que la estrategia anterior, lo que traduce que a la empresa le favorece más cumplir con la demanda establecida aplicando horas extras que contratar y despedir trabajadores.

Gráfico 9. Análisis de costos estrategia 2



Con base en el gráfico 9, se presenta el análisis de los costos que involucran el plan de fuerza constante con horas extras, se observa claramente que el costo más representativo en este plan es el de mano de obra, seguido del costo de horas extras.

10.4. PLAN DE PRODUCCIÓN MIXTO

La empresa inicia la producción cuando el cliente asigna la orden de fabricación, es decir, el proceso productivo no comienza hasta que el cliente asigna una orden. El gerente recibe esta orden y procede a organizar toda la producción, lo que incluye (recibir fichas técnicas e insumos que corren por cuenta del cliente), el pedido se negocia con el cliente, es decir, si en determinado caso no se logra satisfacer la demanda en ese mes, se llega a un acuerdo con el cliente para entregar lo que falta en despachos parciales. En el cuadro 34, se presenta el plan de producción mixto.

Cuadro 34. Plan de producción mixto

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Días laborales por mes	21	20	22	18	21
Horas de producción requeridas	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556
Horas mes por trabajador	179	170	187	153	179
1. Inventario inicial	0	0	0	0	0
Pronóstico de la demanda	7091	7363	7635	7907	8179
2. Inventario de seguridad	0	0	0	0	0
3. Requerimiento de producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179
4. Producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179
Inventario final	0	0	0	0	0
Número de trabajadores necesarios	8	9	8	10	9
Número de trabajadores disponibles	9	9	9	9	9
Trabajadores a despedir	-1	0	-1	0	0
Trabajadores a contratar	0	0	0	1	0
Costo de despido	1.183.694	0	1.183.694	0	0
Costo de contratar	0	0	0	1.183.694	0
Costo de mano de obra	9.182.833	8.745.556	9.620.111	7.871.000	9.182.833
Horas ordinarias	1.607	1.530	1.683	1.377	1.607
Horas necesarias	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556
Horas extras	0	0	0	128	0
Costo de horas extras	0	0	0	173.595	0

Como se observa en el cuadro 34, el plan maneja todos los parámetros en conjunto lo que es: contratación, despido y horas extras, se logra ver una disminución significativa en el costo de despido, debido a que maneja el mismo número de operarios para todo el plan. El plan de producción mixto se encuentra en el anexo L.

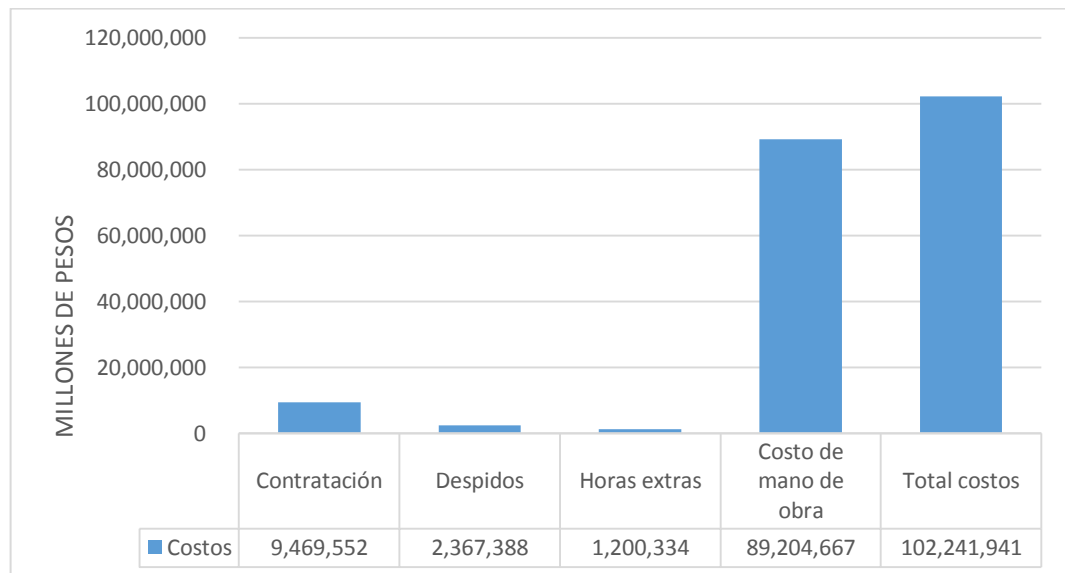
Cuadro 35. Costos de plan de producción mixto

Ítem	Unidad (pesos)
Costo de despido	\$ 2.367.388
Costo de contratar	\$ 9.469.552
Costo de mano de obra	\$ 89.204.667
Costo de horas extras	\$1.200.334
Costo total	\$ 102.241.941

Con base en el cuadro 35, la implementación de este plan tiene un costo de \$102.241.941, el costo de despido es de \$2.367.388, el costo de contratar es de

\$9.469.552, el costo de mano de obra es de \$89.204.667 y el costo de horas extras es de \$1.200.334. En el gráfico 10, se presenta el análisis de costos.

Gráfico 10. Análisis de costos estrategia 3



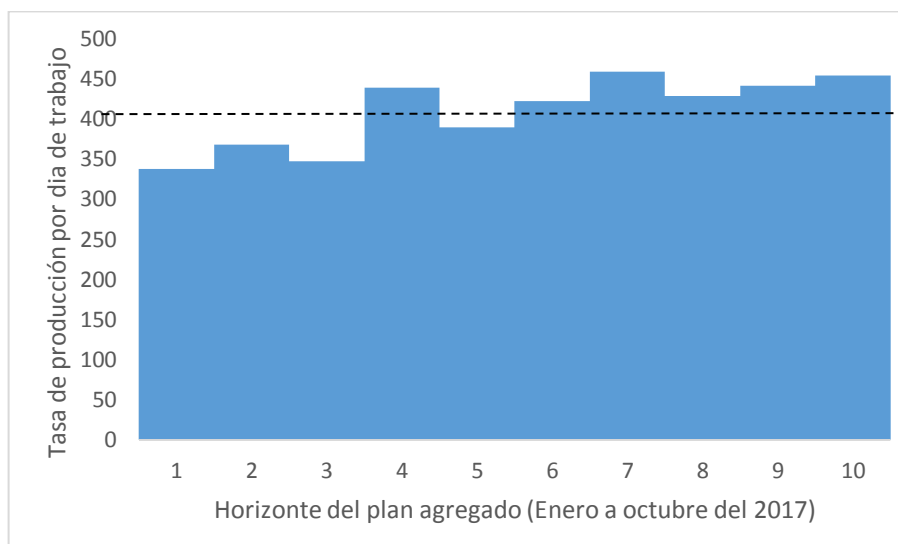
De acuerdo con el gráfico 10, se presentan los costos que involucra el plan mixto, en donde se observa claramente el costo más representativo en este plan, que es el costo de mano de obra, luego, el costo de contratación, costos despidos y por último el costo de horas extras.

Luego, en el gráfico 11, se presenta la relación entre demanda diaria y la demanda promedio, el proceso consistió en lo siguiente: primero, se calculó la demanda diaria al dividir la demanda mensual esperada de enero a octubre del 2017, entre el número de días de producción contenidos en cada mes, segundo, se trazó una línea horizontal discontinua que cruza toda la gráfica y representa la tasa de producción requerida para satisfacer la demanda promedio durante el periodo de 10 meses. A continuación, se presenta el cálculo del requerimiento promedio:

$$\text{Ecuación 43: Requerimiento promedio} = \frac{\text{Demanda total esperada}}{\text{Numero de dias total de producción}}$$

$$\text{Requerimiento promedio} = \frac{83.147 \text{ unidades}}{204 \text{ días}} = 408 \text{ unidades/día}$$

Gráfico 11. Demanda diaria vs demanda promedio



Con base en el gráfico 11, se puede observar los cambios en la tasa de producción, debido a que en el periodo 1,2,3 y 5 que corresponden a los meses de enero, febrero, marzo y mayo, la demanda esperada es menor que la demanda promedio, mientras que en los meses restantes están por encima del promedio, debido es esto, se nivela la producción usando la demanda pronosticada mensual.

Finalmente, todo el proceso realizado fue con la intención de encontrar el plan de producción más acorde para la empresa, que permita ahorrar en costos de mano de obra y de producción. En el cuadro 36, se presenta la comparativa de los 3 planes desarrollados.

Cuadro 36. Análisis de costos de la planeación agregada

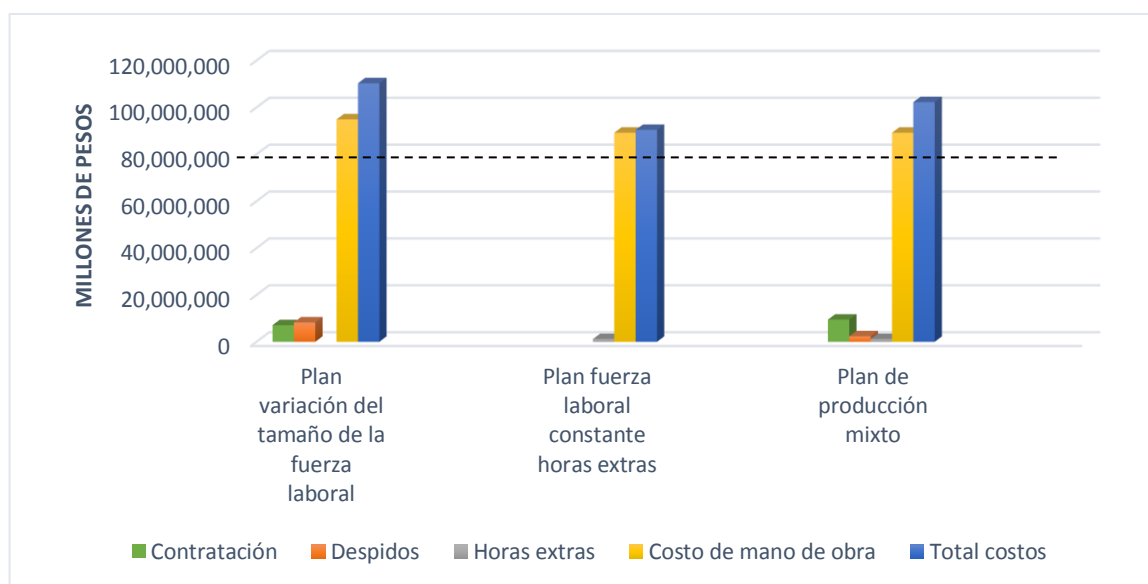
Costos	Plan variación del tamaño de la fuerza laboral	Plan fuerza laboral constante horas extras	Plan de producción mixto
Contratación	7.102.164		9.469.552
Despidos	8.285.858		2.367.388
Horas extras		1.200.334	1.200.334
Costo de mano de obra	94.889.278	89.204.667	89.204.667
Total costos	110.277.300	90.405.001	102.241.941

El plan más económico es el plan de fuerza laboral constante con horas extras, este plan consta de un costo de horas extras para todo el plan de \$1.200.334 que equivalen a 168 horas extras, el costo de mano de obra es de \$89.204.667 con una fuerza laboral constante de 9 operarias dedicadas al proceso de confección, este plan tiene un costo total de \$90.405.001.

El plan de variación del tamaño de fuerza laboral tiene un costo de contratación de \$7.102.161 que equivalen a 6 operarios contratados a lo largo del plan desde enero del 2017 hasta octubre del mismo año, los despidos arrojaron un valor de \$8.285.858 que equivalen a 7 operarios despedidos, el costo de mano de obra es de \$94.889.278, se tuvo en cuenta el número de trabajadores necesarios para todo el plan que varía desde 8 operarios como mínimo hasta 11 como máximo. Este plan tiene un costo total de \$110.277.300.

Finalmente, el plan de producción mixto involucra los dos planes anteriores, conservado los 9 operarios mínimos requeridos para la producción, el costo de contratación para este plan es de \$9.469.552 que equivalen a la contratación de 8 operarios a lo largo de todo el plan, el costo de despido de operarios es de \$2.367.388, que equivalen al despido de 2 operarios, el costo de horas extras es de \$1.200.334 equivalentes a 168 horas extras y el costo de mano de obra es de \$89.204.667 conservando una fuerza laboral constante de 9 operarios, el costo total de implementación de este plan es de \$102.241.941. En el gráfico 12 se presenta el comparativo de las tres estrategias aplicadas.

Gráfico 12. Comparativo de las estrategias



De acuerdo con el gráfico 12, al trazar una línea horizontal discontinua, se evidencia claramente que el plan más económico es el plan fuerza laboral constante con horas extras, debido a que representa el costo más económico con respecto a las otras dos estrategias.

Para el entorno empresarial, la estrategia fuerza laboral constante con horas extras, se adapta mejor que las otras dos estrategias, debido a que la empresa le sale costoso despedir un trabajador por el pago de indemnizaciones, salario, vacaciones, entre otros, además, los costos de despido no solo se reducen a salario e indemnizaciones, sino, que despedir un operario trae consigo una serie de gastos, como por ejemplo, los costos que se relacionan directamente con el retiro del operario y lo que cuesta a la empresa buscar su remplazo por otro, algunos de estos costos son los siguientes: Primero; los costos de solicitud de empleo, segundo; el costo de publicaciones, tiempo, afiliaciones, tercero; el costo de tiempo invertido por la supervisora y cuarto; el costo por desvinculación. En adición a lo anterior, existe otro tipo de costo y hacen referencia a los efectos colaterales inmediatos por el despido de un operario, estos efectos pueden ser: pérdida de la producción y gastos extras para cubrir con la vacante o ineficiencia, también, al momento de contratar un operario trae consigo otros efectos colaterales como son los efectos en la actitud personal que incluye actitudes, predisposiciones y estrés laboral. Finalmente, contratar y despedir a un operario trae consigo efectos negativos dentro de la empresa, debido a malas actitudes, comentarios, desmotivación y frustración de los operarios.

De acuerdo con lo anterior, programar horas extras es más beneficioso para la empresa en cuanto a costos, debido a que sale más económico que contratar y despedir operarios, sin embargo, trae consigo efectos colaterales importantes como por ejemplo, el cansancio del operario, lo que perjudica el rendimiento de la productividad en la empresa, la dependencia, es decir, el ingreso que el operario adquiere por trabajar horas extras puede convertirse en una necesidad, debido a que el operario corre el riesgo de incrementar sus gastos por contar con ese dinero extra y esta situación genera estrés y ansiedad, la enfermedad, debido a que trabajar muchas horas de seguido trae consigo problemas con el corazón, problemas con la espalda debido a la posición que realizan las operarias para confeccionar. Además, la calidad de vida puede verse afectada, ya que trabajar horas extras, el operario puede perder reuniones familiares, eventos, fiestas.

11. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Una vez realizado el plan agregado y haber escogido el plan más económico para la empresa, se procede a realizar el plan maestro de producción que se ajusta a los requerimientos del mercado. Antes de realizar un plan maestro de producción es importante identificar la naturaleza del producto y el mercado. Por lo general se identifican tres tipos de entornos los cuales son los siguientes:

- Producción para inventario Ppi (Make to Stock – Mts)
- Producción por pedido Ppp (Make to Order – Mto)
- Ensemble por pedido (Assembly to Order – Ato)

Con base en lo anterior, Confecciones A&J S.A.S, es una empresa que trabaja bajo pedido, es decir, la producción no comienza hasta que el cliente realiza la orden de producción, no se tienen ningún inventario de producto terminado, debido a esto, la naturaleza de este producto se encuentra en el entorno producción por pedido Ppp (Make to Order – Mto).

Una vez identificado la naturaleza del negocio, las fechas de entrega de los pedidos se negocia con el cliente y el artículo final se coloca en el plan maestro de producción (Mps), esto es debido a que se produce bajo un entorno de producción por pedido.

El plan maestro de producción tiene adjunto los meses del año 2017 y luego estos meses deben ser desagregados en semanas para realizar la programación de pedidos. Las camisetas contienen 3 tipos de referencias distintas, debido a esto, se generarán 3 planes de producción para cada camiseta de acuerdo al pronóstico realizado.

Para desarrollar la descomposición del pronóstico, es necesario hacer uso del porcentaje de participación de las ventas de las camisetas en los periodos pasados, es decir, con base al porcentaje de las ventas, se procede a realizar la multiplicación con la demanda mensual y luego se divide por el número de semanas correspondientes al mes.

Una vez descrito lo anterior, para realizar el plan maestro de producción fue necesario encontrar los porcentajes de participación de las ventas mensuales de las camiseta tipo Polo, tipo T-Shirt y cuello V.

Con base en los datos históricos de la empresa, para los meses de febrero de 2015 hasta octubre de 2016, se puede inferir que tuvo un total de ventas de las 3 referencias de 72.560 unidades, de las cuales 27.642 unidades representan a la camiseta tipo Polo, lo que obtuvo como resultado una participación del 38% de las ventas. Esta información se presenta resumida en el cuadro 37.

Cuadro 37. Unidades desagregadas por referencia

		Camiseta tipo polo		Camiseta tipo T-Shirt		Camiseta cuello V		Total mensual
		Unidades mensuales	% Participación mensual	Unidades mensuales	% Participación mensual	Unidades mensuales	% Participación mensual	
Año 2015	Febrero	506	32%	0	0%	1095	68%	1.601
	Marzo	253	99%	0	0%	2	1%	255
	Abril	982	100%	0	0%	0	0%	982
	Mayo	1018	72%	0	0%	403	28%	1.421
	Junio	2416	100%	0	0%	2	0%	2.418
	Julio	0	0%	0	0%	2379	100%	2.379
	Agosto	1851	74%	0	0%	644	26%	2.495
	Septiembre	5	0%	1430	60%	948	40%	2.383
	Octubre	1786	48%	981	26%	977	26%	3.744
	Noviembre	2196	66%	0	0%	1127	34%	3.323
	Diciembre	2050	48%	1243	29%	956	22%	4.249
Año 2016	Enero	886	49%	914	51%	0	0%	1.800
	Febrero	256	5%	4769	95%	0	0%	5.025
	Marzo	1577	35%	2975	65%	0	0%	4.552
	Abril	1047	31%	1801	53%	528	16%	3.376
	Mayo	1656	35%	1462	31%	1579	34%	4.697
	Junio	2776	61%	1375	30%	367	8%	4.518
	Julio	1602	24%	3009	45%	2030	31%	6.641
	Agosto	2438	45%	1344	25%	1680	31%	5.462
	Septiembre	1242	26%	3314	69%	221	5%	4.777
	Octubre	1099	17%	1834	28%	3529	55%	6.462
	TOTAL	27.642		26.451		18.467		72.560

Con base en el cuadro 37, se pueden evidenciar las unidades mensuales de cada referencia con su respectivo porcentaje de participación mensual, esto se realizó con el propósito de desagregar las unidades de camisetas vendidas desde febrero de 2015 hasta octubre de 2016. A continuación, se procede a calcular el porcentaje de participación de cada referencia para los 21 meses de estudio.

$$\text{Ecuación 44: \% Participación (polo)} = \frac{27.642 \text{ unidades}}{72.560 \text{ unidades}} = 38\%$$

De la misma manera se analizaron las dos referencias restantes, para la camiseta tipo T-Shirt se vendieron 26.451 unidades de febrero de 2015 hasta octubre de 2016, lo que genero un porcentaje de participación del 36%.

$$\text{Ecuación 45: \% Participación (TShirt)} = \frac{26.451 \text{ unidades}}{72.560 \text{ unidades}} = 36\%$$

Finalmente, para la camiseta tipo V se vendieron 18.467 unidades, lo que obtuvo como resultado el 25% del total de las ventas producidas.

$$\text{Ecuación 46: \% Participación (Cuello V)} = \frac{18.467 \text{ unidades}}{72.560 \text{ unidades}} = 25\%$$

Cuadro 38. Participación por referencia

Referencias	Camiseta tipo Polo	Camiseta tipo T-Shirt	Camiseta tipo cuello V
Unidades producidas por referencia (Unidades)	27.642	26.451	18.467
Porcentaje de participación	38%	36%	25%

Con base en el cuadro 38, se observa los porcentajes de participación de cada referencia, se logró identificar que la referencia que representa mayor porcentaje de participación en las ventas de la empresa, es la camiseta tipo Polo con un porcentaje del 38%, con base en lo anterior, se realizó la multiplicación entre el pronóstico y dichos porcentajes, con el propósito de identificar en realidad la demanda pronosticada para cada referencia de las camisetas. Los datos obtenidos se cuentan resumidos en el cuadro 39.

Cuadro 39. Análisis de las ventas de las camisetas por referencia

Ref/meses	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Camiseta tipo polo	886	762	1.830	2.029	2.674	5.192	1.602	4.289	1.247	2.885	2196	2050
Camiseta tipo T-Shirt	914	4.769	2.975	1.801	1.462	1.375	3.009	1.344	4.744	2.815	0	1.243
Camiseta tipo cuello V	0	1.095	2	528	1982	369	4409	2.324	1169	4.506	1127	956
Total	1.800	6.626	4.807	4.358	6.118	6.936	9.020	7.957	7.160	10.206	3.323	4.249

Con base en el cuadro 39, se presentan los valores de las unidades totales vendidas de todas las referencias para el periodo febrero de 2015 hasta octubre de 2016. Una vez realizada la sumatoria de las unidades de cada referencia, se procedió a dividir cada una sobre el total de las ventas por cada mes de las referencias de camisetas, con el propósito de verificar el porcentaje mensual de participación.

Para enero de 2015, no se cuenta con datos históricos, debido a que la empresa para ese mes no realizó ningún contrato, además, en los meses de noviembre y diciembre de 2016, no se cuenta con datos históricos, debido a que cuando se solicitaron los datos históricos para realizar el pronóstico de la demanda sólo estaban disponibles los datos de febrero del 2015 hasta octubre del 2016. Los porcentajes de participación de ventas de las 3 referencias se resumen en el cuadro 40.

Cuadro 40. Participación de las camisetas en el mercado

REF/MESES	PARTICIPACIÓN DE CAMISETAS EN EL MERCADO											
	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Camiseta tipo polo	49%	12%	38%	47%	44%	75%	18%	54%	17%	28%	66%	48%
Camiseta tipo T-Shirt	51%	72%	62%	41%	24%	20%	33%	17%	66%	28%	0%	29%
Camiseta tipo cuello V	0%	17%	0%	12%	32%	5%	49%	29%	16%	44%	34%	22%

Una vez calculado los porcentajes de participación, se realizó la multiplicación entre el pronóstico futuro y los porcentajes calculados en el cuadro 40, con el propósito de saber en realidad la demanda pronosticada por cada referencia de camisetas, en el cuadro 41 se resume las unidades esperadas para la camiseta tipo Polo.

Cuadro 41. Participación tipo Polo en unidades pronosticadas

	AÑO 2016		AÑO 2017									
	NO	DI	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC
Participación camiseta tipo Polo	66%	48%	49%	12%	38%	47%	44%	75%	18%	54%	17%	28%
Pronóstico	6276	6547	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538
Unidades de camisetas tipo Polo esperadas	4147	3159	3490	847	2907	3681	3575	6326	1549	4848	1614	2696
TOTAL (Unidades)	38.839											

Con base en el cuadro 41, el total de camisetas tipo Polo de noviembre de 2016 hasta octubre de 2017 es de 38.839 unidades.

Una vez realizado el procedimiento anterior, se procede a calcular las unidades esperadas para las referencias restantes, en el cuadro 42, se presenta la participación de ventas para la camiseta T-Shirt y la proyección del pronóstico agregado, con el propósito de calcular las unidades de camisetas esperadas.

Cuadro 42. Participación T-Shirt en unidades pronosticadas

	AÑO 2016		AÑO 2017									
	NO	DI	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC
Participación camiseta tipo T-Shirt	0%	29%	51%	72%	62%	41%	24%	20%	33%	17%	66%	28%
Pronóstico	6276	6547	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538
Unidades de camisetas tipo T-Shirt esperadas	0	1915	3601	5300	4725	3268	1954	1675	2910	1519	6140	2631
TOTAL (Unidades)	35.637											

Con base en el cuadro 42, el total de camisetas tipo T-Shirt de noviembre de 2016 hasta octubre de 2017 es de 35.637 unidades.

Finalmente, se realizó el mismo procedimiento para la camiseta cuello V, en el cuadro 43, se presenta el porcentaje de participación de las ventas y la proyección del pronóstico agregado, con el propósito de realizar la multiplicación y calcular las unidades de camisetas esperadas.

Cuadro 43. Participación tipo cuello V en unidades pronosticadas

	AÑO 2016		AÑO 2017									
	NO	DI	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC
Participación camiseta tipo cuello V	34%	22%	0%	17%	0%	12%	32%	5%	49%	29%	16%	44%
Pronóstico	6276	6547	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538
Unidades de camisetas tipo cuello V esperadas	2128	1473	0	1217	3	958	2650	450	4264	2627	1513	4211
TOTAL (Unidades)	21.493											

Con base en el cuadro 43, el total de camisetas tipo cuello V de noviembre de 2016 hasta octubre de 2017 es de 21.493 unidades.

Una vez calculada las unidades mensuales de camisetas esperadas por cada referencia, se procede a realizar el plan maestro de producción. La naturaleza de la empresa es Make to Order, es decir, su producción es bajo pedido, debido a esto, la empresa no trabaja para tener inventarios, sino que lo que se produce se despacha en el menor tiempo posible, por esta razón, el plan maestro de producción no contempla inventario inicial, final y de seguridad. En el cuadro 44, se presenta el plan maestro de producción para la referencia tipo Polo.

Cuadro 44. Plan maestro de producción para la referencia tipo polo

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
DEMANDA AGREGADA POR MES	7363				7635				7907			
PARTICIPACIÓN (POLO)	12%				38%				47%			
DEMANDA MES (POLO)	847				2907				3681			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA POR SEMANA	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVENTARIO DE SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQUERIMIENTO	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920
MPS	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920
INVENTARIO FINAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Con base en el cuadro 44, se puede observar la demanda mensual de la referencia tipo Polo para los meses febrero, marzo y abril del año 2017. Además, la demanda mensual se ha desglosado en semanas, el cálculo de la demanda

mensual es el porcentaje de participación multiplicado por la demanda agregada mensual, y la demanda por semana, son las unidades a producir de la camiseta tipo Polo. En la ecuación 47, se presenta el cálculo de la demanda mensual para los primeros 3 meses.

Ecuación 47: Pronostico demanda * porcentaje de participación

Demanda por mes tipo polo (Febrero) = $7363 * 12\% = 847$ unidades

Demanda por mes tipo polo (Marzo) = $7635 * 38\% = 2907$ unidades

Demanda por mes tipo polo (Abril) = $7907 * 47\% = 3681$ unidades

Una vez calculado la demanda por mes de la referencia tipo Polo, se procede a desglosar a semanas con base en la ecuación 48.

Ecuación 48: $\frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Semanas}}$

Demanda por semana tipo polo (Febrero) = $\frac{847 \text{ unidades}}{4 \text{ semanas}} = 212$ unidades

Demanda por semana tipo polo (Marzo) = $\frac{2907 \text{ unidades}}{4 \text{ semanas}} = 727$ unidades

Demanda por semana tipo polo (Abril) = $\frac{3681 \text{ unidades}}{4 \text{ semanas}} = 920$ unidades

Para el mes de febrero de 2017 se requiere producir 212 unidades semanalmente de la camiseta tipo Polo, para el mes de marzo 727 unidades por semana y en el mes de abril 920 unidades semanales. En los cuadros 45 y 46, se presentan los planes maestros de producción restantes para las referencias tipo T-Shirt y tipo cuello V:

Cuadro 45. Plan maestro de producción para la referencia tipo T-Shirt

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
DEMANDA AGREGADA POR MES	7363				7635				7907			
PARTICIPACIÓN (T-SHIRT)	72%				62%				41%			
DEMANDA MES (T-SHIRT)	5300				4725				3268			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA POR SEMANA	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVENTARIO DE SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQUERIMIENTO	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817
MPS	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817
INVENTARIO FINAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Con base en el cuadro 45, para el mes de febrero de 2017, se requiere producir 1.325 unidades semanalmente de la camiseta T-Shirt, para el mes de marzo 1.181 unidades por semana y para el mes de abril 817 unidades.

Cuadro 46. Plan maestro de producción para la referencia tipo cuello V

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
DEMANDA AGREGADA POR MES	7363				7635				7907			
PARTICIPACIÓN (CUELLO EN "V")	17%				0%				12%			
DEMANDA MES (CUELLO EN "V")	1217				3				958			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMANDA POR SEMANA	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVENTARIO DE SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQUERIMIENTO	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239
MPS	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239
INVENTARIO FINAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Con base en el cuadro 46, para el mes de febrero de 2017, se requieren producir 304 unidades por semana de la camiseta cuello V, para el mes de marzo solo una unidad por semana y para el mes de abril 239 unidades.

Como se puede apreciar en el plan maestro de producción para las referencias seleccionadas, el Mps no contempla el inventario inicial y el inventario de seguridad. Los planes maestros se encuentran en el anexo M, N y O.

Los planes maestros de producción presentados anteriormente por referencia, presentan las cantidades a producir, este valor se utiliza como partida guía para desarrollar el Plan de requerimientos de capacidad y el plan de requerimientos de materiales por referencia, seguido de esto, se debe tener en cuenta las fichas técnicas de cada referencia y las reuniones con el gerente de la empresa, con el propósito de identificar los materiales e insumos necesarios para la elaboración de cada referencia.

12. PLAN DE REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD

Según Sipper³⁴, el Mps no considera la capacidad detallada, un elemento crucial para su implantación. La instalación de producción constituida por centros de trabajo, maquinaria y equipo de manejos de materiales, etc. Tiene una capacidad finita, es decir, solo se pueden ensamblar cierto número de piezas por semana en una estación de ensamble.

Si el Mps pide tasas de producción más altas que las disponibles, se tiene un faltante de capacidad y el resultado será entregas tardías, como recomendación, debe aumentarse la capacidad si es posible o bien ajustar el plan maestro de producción. Por otro lado, si el mps pide una tasa de producción menor que la capacidad instalada, se tiene capacidad ociosa.

El plan maestro de producción no es posible desarrollarlo si no se tiene capacidad disponible, es por esta razón, que es necesario realizar un plan de requerimientos de capacidad, con el propósito de saber si es posible realizar dicho plan maestro. El presente plan consistió en estimar la cantidad de horas hombre requeridas por semana para poder cubrir la demanda semanal mostrada en el plan maestro de producción. además, en el caso de esta empresa dedicada a prestar el servicio de maquila en confecciones, se calculó el total de horas maquina requeridas para dicha producción.

12.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

Es necesario entender capacidad como el potencial de trabajo con que se cuenta en la actualidad, esta capacidad se puede medir para diferentes centros de trabajo, estos medios de trabajo pueden ser maquinas, puestos de trabajo, en fin, en cualquier lugar donde se desarrollen actividades plenamente establecidas.

De acuerdo con lo anterior, la planta de producción en la actualidad cuenta con 18 máquinas: 6 máquinas planas electrónicas, 2 planas convencionales, 2 fileteadoras de 5 hilos y 2 de 4 hilos, 2 collarines sesgadoras, 1 collarín cama plana para dobladillo, 1 collarín cama cilíndrica para dobladillo, 1 máquina ojaladora y 1 máquina botonadora, además cuenta con 2 planchas vaporizadoras, todas las máquinas funcionan, sin embargo, para la elaboración de las 3 referencias de estudio se requieren: 2 máquinas planas electrónicas, 2 planas

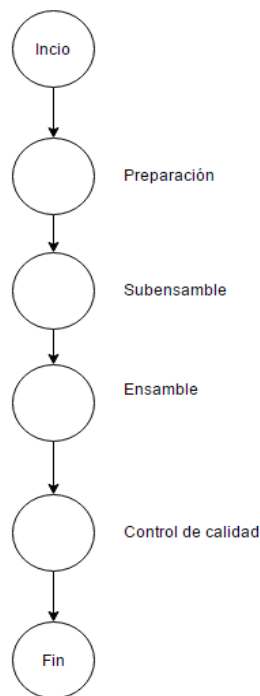
³⁴SIPPER, Daniel, Op. cit., p. 345

convencionales, 1 fileteadora de 5 hilos y 2 de 4 hilos, 1 collarín sesgadoras, 1 collarín cama plana para dobladillo, 1 máquina ojaladora y 1 máquina botonadora. Además, la producción cuenta con 3 estaciones de trabajo manual.

En adición a lo anterior, la empresa en la actualidad cuenta con 14 operarios, en los cuales se distribuyen de la siguiente manera: 9 operarias de máquina, 3 operarias manuales y terminación, 1 auxiliar y 1 supervisora de producción. Las operarias directas que influyen en el proceso de fabricación de la prenda son 12, el turno laboral es de 8.5 horas diarias.

El proceso de producción de camisetas tipo Polo, tipo T-Shirt y tipo cuello V, requiere de un centro de preparación, subensamble, ensamble y control de calidad, en la figura 16 se presenta el flujograma de los centros de trabajo.

Figura 16. Flujograma centros de trabajo



El turno laboral es de 8.5 horas de lunes a viernes y los días sábados trabajan 5.5 horas para dar un total de 48 horas semanales. Los operarios de esas 8.5 horas de producción diarias utilizan 10 minutos para desayunar y 30 minutos para almorzar, de acuerdo con lo anterior, el tiempo real productivo es:

$$\text{Ecuación 49: Factor de utilización} = \frac{\text{Tiempo real producido} - \text{tiempo no producido}}{\text{Tiempo real producido}}$$

$$\text{Factor de utilización} = \frac{8.5 \text{ horas} - 0.66 \text{ horas}}{8.5 \text{ horas}} = 0.922 \cong 92\%$$

El 92% del tiempo real (es decir 7,84 horas) puede ser dedicado a labores de producción, sin embargo, este tiempo productivo es cercano al 100% de eficiencia y realmente la empresa trabaja a menos del 70% debido a eventualidades con la maquinaria. Por esta razón, es necesario considerar el porcentaje de aprovechamiento de las máquinas. En la actualidad, en la empresa no se lleva un registro con respecto al número de veces que las máquinas fallan por ausencia de mantenimiento preventivo, no obstante, asistiendo a reuniones con el gerente de la empresa y después de 128 horas de observación y estudio, se estimó un porcentaje de utilización de las máquinas del 60%, este valor es un estimado. Con base en lo anterior, el tiempo que realmente es dedicado a labores de confección por operaria es:

$$\text{Ecuación 50: Tiempo real producido} * \% \text{ de aprovechamiento de las máquinas}$$

$$\text{Horas reales productivas} = 7.84 \text{ horas} * 0.60 = 4.704 \text{ horas}$$

Una vez identificado el número de horas dedicadas al proceso de confección por cada operaria, se procede a calcular la capacidad de cada máquina disponible para la fabricación de cada una de las referencias. Para el calcular la carga de capacidad, es necesario separar las máquinas por función, es decir, por operación de trabajo, luego, es necesario identificar cuántas máquinas hay disponibles en el momento y el número real de horas en que estas máquinas están en producción, con el propósito de identificar el número de horas disponibles semanales para la producción de las camisetas, una vez obtenido este dato se procede a multiplicar los minutos disponibles semanales por el número de máquinas disponibles para realizar su correspondiente operación.

Para determinar el tiempo estándar que se demora cada máquina en producir una pieza de la camiseta, se tuvo en cuenta las operaciones necesarias para la fabricación de cada referencia, con el propósito de identificar las máquinas que intervienen en cada proceso de confección, además, es necesario identificar el tiempo que se demora cada máquina requerida para realizar la operación. En el cuadro 47 se presenta el tiempo requerido por máquina para confeccionar las

prendas. Los tiempos estándar fueron extraídos de un estudio de tiempos realizado anteriormente en la empresa, debido a esto, no fue necesario calcular nuevamente los tiempos.

Cuadro 47. Tiempo estándar por máquina requerida

	TIEMPOS ESTÁNDAR (min)						TOTAL (min)
	MÁQUINA FILETEADORA (min)	MÁQUINA PLANA (min)	MÁQUINA OJALADORA (min)	MÁQUINA BOTONADORA (min)	COLLARIN SESGADORA (min)	OPERACIONES MANUALES (min)	
POLO	3,382	3,802	1,0	0,4	1,378	3,185	13,147
T-SHIRT	2,581	1,882	0	0	1,428	2,198	8,089
CUELLO EN "V"	2,134	1,258	1,0	0,4	2,201	2,032	9,025

Fuente: Confecciones A&J S.A.S.

Con base en el cuadro 47, se presentan las 3 referencias de estudio y los tiempos estándar por cada estación de trabajo. Este tiempo es con una eficiencia cercana al 100%, debido a esto, es necesario considerar el porcentaje de aprovechamiento de las máquinas, con el objetivo de identificar el tiempo que realmente se demora cada estación de trabajo.

Para la camiseta tipo Polo, se requieren de 13.147 minutos en máquina para la elaboración de una camiseta, sin embargo, luego de 128 horas de observación en la empresa y asistir a reuniones con el gerente, se identificó que las máquinas sufren paros repentinos por la ausencia de mantenimiento preventivo, debido a esto, se estimó un porcentaje de utilización de las máquinas del 60%.

Ecuación 51: Tiempo disponible de camiseta tipo Polo
: Tiempo estandar máquinas * % utilización de máquinas

Tiempo disponible de camiseta tipo Polo : 13.147 minutos * (1 + 0.40)
= 18.405 minutos

Con base en el cálculo de la ecuación 51, se identificó el tiempo que se demora en confeccionar una unidad de la camiseta tipo Polo, con un porcentaje de utilización de las maquinas del 60%. Luego, se realizó el mismo procedimiento para las referencias restantes.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo disponible de camiseta tipo TShirt} &: 8.089 \text{ minutos} * (1 + 0.40) \\ &= 11.324 \text{ minutos} \end{aligned}$$

Con base en la ecuación anterior, el tiempo estándar para la camiseta T-Shirt en cuanto a máquinas es de 11.324 minutos, con un porcentaje de utilización de las máquinas del 60%.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo disponible de camiseta tipo cuello V} &: 9.025 \text{ minutos} * (1 + 0.40) \\ &= 12.635 \text{ minutos} \end{aligned}$$

Finalmente, el tiempo que se demora en confeccionar una unidad de la camiseta tipo V es de 12.635 minutos. Una vez obtenido los tiempos reales, estos se suman y este dato es importante para calcular la capacidad requerida por referencia. Con base en el plan maestro de producción desarrollado en el capítulo anterior, se procede a calcular la capacidad requerida semanal. En el cuadro 48, se presenta el nombre y número de máquinas requeridas para la fabricación de las camisetas tipo Polo, tipo T-Shirt y cuello V.

$$\text{Ecuación 52: T. D Polo} + \text{T. D TShirt} + \text{T. D Cuello V}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo total disponible:} & 18.405 \text{ minutos} + 11.324 \text{ minutos} + 12.635 \text{ minutos} \\ &= 42.364 \text{ minutos} \end{aligned}$$

Cuadro 48. Máquinas requeridas para producción

Nombre	MÁQUINA FILETEADO RA (unidad)	MÁQUIN A PLANA (unidad)	MÁQUINA OJALADOR A (unidad)	MÁQUINA BOTONADOR A (unidad)	COLLARIN SESGADOR A (unidad)	OPERACIONE S MANUALES (unidad)	MÁQUINARI A TOTAL (unidad)
Cantidad	3	4	1	1	2	3	14

Con base en el cuadro 48, se observa el nombre y número de máquinas requeridas para la fabricación de las camisetas tipo Polo, tipo T-Shirt y cuello V. Además, en el cuadro 49, se evidencia la carga de capacidad de cada máquina y la capacidad disponible para cumplir con el plan maestro de producción. A continuación, se presenta el cálculo correspondiente a los minutos disponibles por semana.

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 53: } & \frac{\text{Minutos}}{\text{semana}} \\ &= \text{Numero de maquinas} * 60 \text{ segundos} * \text{horas semana} \\ & * \% \text{ de utilización} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Minutos}}{\text{semana}} &= 3 \text{ maquinas fileteadoras} * 60 \text{ segundos} * 47.04 \text{ horas semana} * 0.60 \\ &= 5.080 \text{ minutos} \end{aligned}$$

De acuerdo al cálculo anterior, se disponen de 5.080 minutos por semana en las máquinas fileteadoras, con un porcentaje de aprovechamiento de cada máquina del 60%. Luego, se realizó el mismo procedimiento para las otras máquinas. En el cuadro 49, se resumen los cálculos.

Cuadro 49. Carga de capacidad máquinas

	MÁQUINA FILETEADORA (min)	MÁQUINA PLANA (min)	MÁQUINA OJALADORA (min)	MÁQUINA BOTONADORA (min)	COLLARIN SESGADORA (min)	OPERACIONES MANUALES (min)	CAPACIDAD TOTAL (min)
HORA/TURNO	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	47
HORAS/SEMANA	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	282
MINUTOS DISPONIBLES/SEMANA	5.080	6.774	1.693	1.693	3.387	5.080	23.708

Cuadro 50. Resumen plan maestro de producción

		FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
POLO	DEMANDA POR SEMANA	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920	894	894	894	894
T-SHIRT	DEMANDA POR SEMANA	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817	489	489	489	489
CUELLO EN "V"	DEMANDA POR SEMANA	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239	662	662	662	662

Cuadro 51. Capacidad requerida por referencia

	CAPACIDAD REQUERIDA (min)															
	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
POLO	3.896	3.896	3.896	3.896	13.375	13.375	13.375	13.375	16.939	16.939	16.939	16.939	16.449	16.449	16.449	16.449
T-SHIRT	24.385	24.385	24.385	24.385	21.743	21.743	21.743	21.743	15.036	15.036	15.036	15.036	8.993	8.993	8.993	8.993
CUELLO EN "V"	5.599	5.599	5.599	5.599	15	15	15	15	4.408	4.408	4.408	4.408	12.192	12.192	12.192	12.192
CAPACIDAD REQUERIDA (min)	33.881	33.881	33.881	33.881	35.132	35.132	35.132	35.132	36.383	36.383	36.383	36.383	37.634	37.634	37.634	37.634
CAPACIDAD DISPONIBLE (min)	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708
DIFERENCIA	-10.173	-10.173	-10.173	-10.173	-11.424	-11.424	-11.424	-11.424	-12.675	-12.675	-12.675	-12.675	-13.926	-13.926	-13.926	-13.926

De acuerdo con los cuadros 50 y 51, se evidencia el plan maestro de producción y la capacidad requerida en minutos por referencia para cumplir con dicho plan. A continuación, se presentan los cálculos realizados:

Para el cálculo de la capacidad requerida en minutos de la camiseta tipo Polo para el mes de febrero, se aplicó la ecuación 54 que se presenta a continuación:

$$\text{Ecuación 54: Capacidad requerida polo (Febrero)} = 212 \text{ unidades} * 18.406 \text{ minutos} \\ = 3.896 \text{ minutos}$$

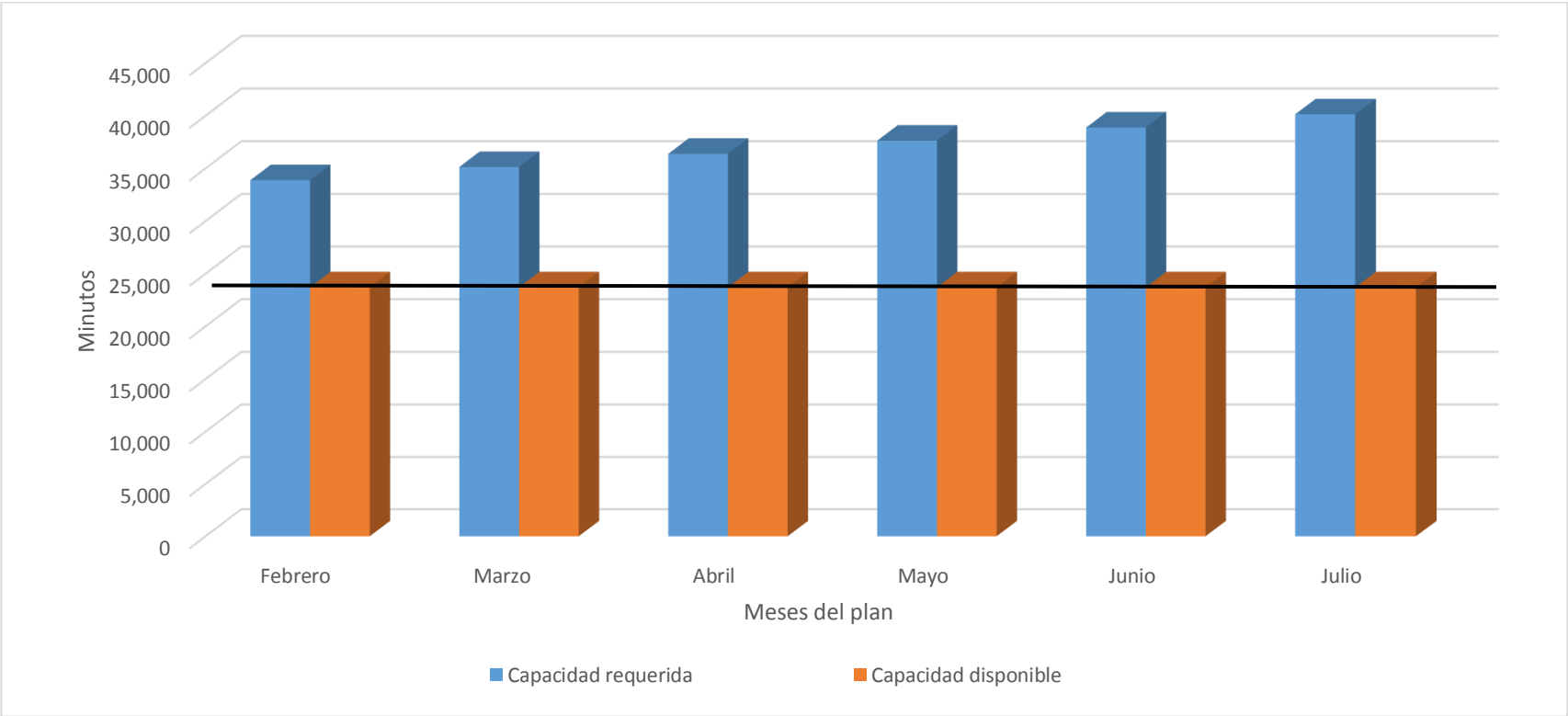
Como se puede evidenciar en el cálculo anterior, en la primera semana de febrero es necesario contar con 3.896 minutos para cumplir con las unidades de camiseta tipo Polo que exige el plan maestro de producción. Por otro lado, la capacidad total requerida en minutos se calculó con base a lo siguiente:

$$\text{Ecuación 55: Capacidad total requerida semanal (Febrero): } (3.896 + 24.385 \\ + 5.599) \text{ minutos} = 33.881 \text{ minutos}$$

La capacidad requerida semanal es la suma del requerimiento de cada referencia por semana y la capacidad disponible con la que cuenta la empresa con respecto a máquinas es de 23.708 minutos, que corresponde a la suma de la carga en minutos de cada máquina que la empresa posee en la actualidad. Este tiempo es el que realmente puede ser dedicado al proceso de confección con un porcentaje de aprovechamiento de las máquinas del 60%.

Finalmente, en el gráfico 13, se presenta el diagrama de capacidad, donde se evidencia la capacidad disponible de la empresa en cuanto a máquinas y la capacidad requerida para cumplir con las unidades de las tres referencias de estudio, se observa que la empresa no cuenta con capacidad necesaria para cumplir con el plan maestro de producción, dado que el plan maestro pide tasas de producción más altas que las disponibles, debido a esto, se tiene un faltante de capacidad y el resultado será entrega de pedidos parciales. Por esta razón, es necesario aumentar la capacidad si es posible, o bien, ajustar el plan maestro de producción.

Gráfico 13. Diagrama de capacidad



Con base en el gráfico 13, se presenta el diagrama de capacidad, en donde la barra azul corresponde a la capacidad requerida de las tres referencias de estudio, se observa que a medida que avanzan los meses, se requiere de más capacidad para cumplir con el plan maestro de producción. Además, la columna naranja corresponde a la capacidad disponible de la empresa, se observa que la capacidad requerida excede la disponible. Con base en lo anterior, la empresa no cuenta con capacidad suficiente para cumplir con la cantidad a producir que establece el plan maestro de producción, en los anexos P, Q, R, y S, se presentan los cálculos de manera resumida.

13. PLAN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

El plan de requerimientos de materiales es el encargado de identificar las partes y los materiales específicos requeridos para producir artículos finales, es decir, toma en cuenta las cantidades necesarias y las fechas en que los pedidos de esos materiales se deben expedir, recibir o completar dentro del ciclo de producción.

La empresa, presta servicio de maquila en confecciones y cuenta con un cliente que es Línea Directa, el cliente se encarga de emitir las ordenes de producción para las referencias tipo Polo, tipo T-Shirt y tipo cuello V, estas órdenes de producción van sujetas a una ficha técnica, donde describe en detalle el proceso de confección de la prenda y los insumos necesarios, esto quiere decir, que la empresa no se encarga de comprar los insumos para la fabricación, sino que el cliente una vez realizada la orden de producción envía los insumos necesarios para empezar el proceso productivo, esto toma alrededor de 1 día, es decir, el cliente emite la orden de fabricación hoy y al día siguiente llegan los insumos para iniciar la producción.

De acuerdo con lo anterior, los únicos materiales que corren por cuenta de la empresa son las agujas, cintas, sujetadores, acetatos para moldes, cartón paja para moldes, aluminios para moldes y los hilos, pero, estos insumos no hacen parte de la composición de la prenda.

El plan de producción de las camisetas empieza desde que el cliente asigna la orden de producción y envía los insumos necesarios para la elaboración de la prenda, esta orden e insumos de producción es recibida por el gerente de la empresa y entregada a la supervisora de producción para preparar los insumos y empezar con el proceso de confección de las prendas.

A continuación, se describe cada uno de los insumos entregados por el cliente y que son necesarios para la elaboración de cada prenda, además, con su respectiva unidad de medida.

13.1. INSUMOS

- Cortes según referencia: El proveedor envía los cortes para la elaboración de la prenda según referencia, estos cortes son recibidos por el gerente de la empresa y posterior a esto, el gerente los entrega a la supervisora de producción para que verifique si los cortes están correctos y si las piezas están completas. Estos cortes son de material polialgodón.
- Pcfk etiqueta grande 100*50mm: Esta etiqueta es de material papel y hace parte de la composición de la prenda, en donde evidencia la marca propia de la línea.
- Pcfk marquilla decorativa damasco: Esta marquilla está ubicada al frente de la prenda o al lateral, su función es dar un visto llamativo a la prenda.
- Tinta marquilla composición: Esta marquilla describe el tipo de material de la tela, por lo general está ubicada en la parte interior de la prenda a un costado.
- Adhesivo código de barras: Son los adhesivos que se pegan en las marquillas y en las bolsas, este adhesivo identifica el lote y la referencias según su talla.
- Botón pasta 2hcb: Es un botón de pasta, que se ubica en el cuello de la camiseta con el propósito de tener posicionado el cuello, es denominado 2h porque presenta 2 agujeros.
- Botón pasta 4hcb: Es un botón de pasta, que se ubica en la perilla de la camiseta, este botón se usa especialmente en la camiseta tipo “V” y en la camiseta tipo Polo, es denominado 4h porque presenta 4 agujeros.
- Pcfk bolsa mediana por 28*25,5 cm: Es la bolsa donde se empaca la prenda confeccionada y lista para ser despachada.
- Pcfk marquilla mediana estampada 20*96mm: Es una marquilla que se pega en la parte superior de la espalda y en la parte inferior como decoración de la prenda.

- Hiladilla 0.660m: Su función principal es decorar la camiseta tipo Polo tanto interior como exterior, ya sea funcional o solo visual.

- Puño Jacquard: Este puño es de poliéster y esta ubicado en la parte inferior de la manga es requerido para la camiseta tipo Polo.

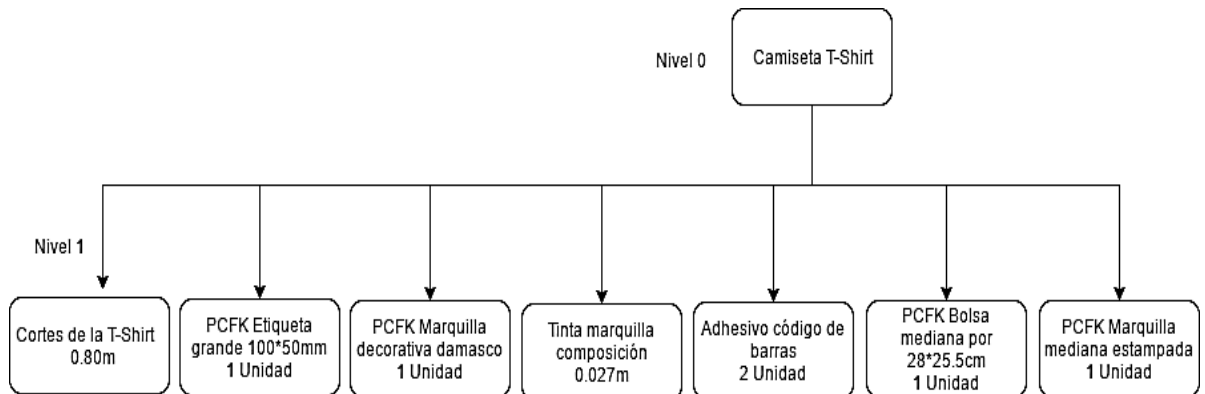
Con la información suministrada por la ficha técnica del producto, en el cuadro 52 se presenta la lista de materiales para la camiseta tipo T-Shirt referencia 519140.

Cuadro 52. Lista de materiales para camiseta tipo T-Shirt

Material	Cantidad	Unidad
Cortes de la T-Shirt	0,8	metros
PCFK etiqueta grande 100*50mm	1	unidad
PCFK marquilla decorativa damasco	1	unidad
Cinta marquilla composición	0.027	metros
Adhesivo código de barras	2	unidad
PCFK bolsa mediana por 28*25,5cm	1	unidad
PCFK marquilla mediana estampada	1	unidad

Con base en el cuadro 52, se presentan los insumos necesarios para la fabricación de la camiseta tipo T-Shirt, estos insumos son asumidos por el cliente, dado que es una empresa dedicada a prestar el servicio de maquila en confecciones, por esta razón, la empresa no se encarga de comprar los insumos para fabricación, sino, que el cliente envía los materiales necesarios según referencia. A continuación, en la figura 17, se presenta el árbol estructural de la referencia 519140.

Figura 17. Árbol estructural de la camiseta T-Shirt



Una vez identificado los requerimientos por semana de la camiseta T-Shirt, la lista de materiales asociada a esta referencia y el tiempo de ciclo se procede a realizar el plan de requerimientos de materiales.

Para desarrollar el plan de requerimientos de materiales de la camiseta tipo T-Shirt, lo primero que se debe tener en cuenta es la cantidad a producir de esta referencia por periodo, este dato se obtiene a partir del plan maestro de producción, en este caso en particular el plan maestro se trabajó por mes y luego esta cantidad se desglosó en semanas. Con base en lo anterior, los datos se extrajeron de las cantidades a producir por semana del plan maestro de producción.

Cuadro 53. Plan de requerimientos de materiales camiseta T-Shirt

Identificación	SEMANA	Semana 0	FEBRERO											
			Semana 1						Semana 2					
	DÍAS	0	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
CAMISETA T-SHIRT	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas													
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Pedido a colocar	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
CORTES DE LA T-SHIRT (0,8 m)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8
	Pedido a colocar	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8	176,8
ADHESIVO CODIGO DE BARRAS (2 UND)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442
	Pedido a colocar	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442	442
PCFK BOLSA MEDIANA 28*25,5 cm (1 UND)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Pedido a colocar	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221

Continuación cuadro 53

ETIQUETA GRANDE 100*50 mm (1 UND)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Pedido a colocar	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
MARQUILLA DECORATIVA DAMASCO (1 UND)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Pedido a colocar	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96 mm (1 UND)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Pedido a colocar	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
CINTA MARQUILLA COMPOSICIÓN (0,027 m)	Requerimientos Brutos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221
	Recepción del pedido		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	Pedido a colocar	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

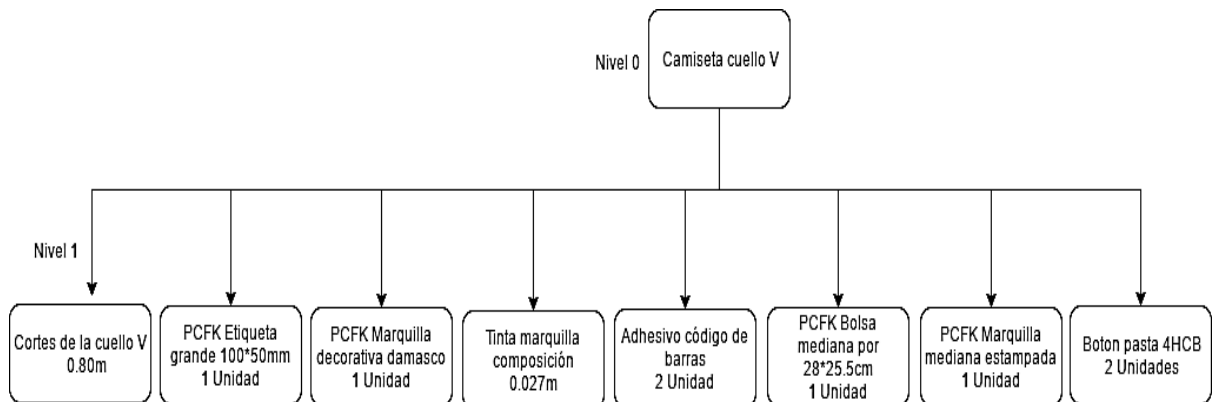
De acuerdo con el cuadro 53, se presenta el plan de requerimientos de materiales para la referencia 519040 que corresponde a la camiseta T-Shirt, donde se tuvo en cuenta la cantidad a producir por semana del plan maestro de producción y las unidades requeridas por cada insumo para el mes de febrero de 2017, además, observe que el plan de requerimientos no contemplan inventarios ni recepciones programadas, debido a que la empresa no produce para tener inventarios. Para el cálculo de pedido a colocar se tuvo en cuenta las unidades de cada insumo, con el propósito de establecer la cantidad exacta de unidades y no incurrir a faltantes. En el cuadro 54, se presenta la lista de materiales para la camiseta cuello V.

Cuadro 54. Lista de materiales camiseta cuello V

Material	Cantidad	Unidad
Cortes de la cuello V	0,8	metros
PCFK etiqueta grande 100*50mm	1	unidad
PCFK marquilla decorativa damasco	1	unidad
Cinta marquilla composición	0.027	metros
Adhesivo código de barras	2	unidad
PCFK bolsa mediana por 28*25,5cm	1	unidad
PCFK marquilla mediana estampada	1	unidad
Botón pasta 4HCB	2	unidad

De acuerdo con el cuadro 54, se presenta la lista de materiales para la referencia 506310 que corresponde a la camiseta cuello V, esta información se extrajo de las fichas técnicas que el cliente envía una vez realizada la orden de fabricación. A continuación, en la figura 18 se presenta el árbol estructural del producto.

Figura 18. Árbol estructural de la camiseta cuello V



Con base en los requerimientos por semana de la camiseta cuello V, arrojados por el plan maestro de producción y la lista de materiales, se procede a realizar el plan de requerimientos de materiales para la referencia 506310 que corresponde a la camiseta cuello V.

En el cuadro 55, se observa el plan de requerimientos de materiales para la referencia 506310, donde presenta la cantidad de pedido para no incurrir a unidades faltantes y cumplir con el plan maestro de producción, observe que el plan no contempla inventarios, debido a las razones expuestas, estos insumos son asumidos por el cliente y llegan al día siguiente que se realiza la orden de fabricación, debido a esto, la producción no inicia sin antes contar con estos insumos.

Cuadro 55. Plan de requerimientos de materiales camiseta cuello V

Identificación	SEMANA	Semana 0	Semana 1						Semana 2					
	DÍAS	0	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
CAMISETA CUELLO V	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas													
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Pedido a colocar	51												
CORTES DE LA CUELLO EN V (0,8 m)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
	Pedido a colocar	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
ADHESIVO CODIGO DE BARRAS (2 UNDS)	Requerimientos Brutos		44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
	Recepción del pedido		88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
	Pedido a colocar	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
BOTON (0020) PASTA 4HCB (2 UND)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
	Pedido a colocar	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102

Continuación cuadro 55

CINTA MARQUILLA COMPOSICION (0,027 m)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	Pedido a colocar	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
PCFK MARQUILLA DECORATIVA (1 UND)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Pedido a colocar	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
PCFK BOLSA MEDIANA 28*25,5 cm (1 UND)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Pedido a colocar	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
PCFK ETIQUETA GRANDE 100*50 mm (1 UND)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Pedido a colocar	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
PCFK MARQUILLA MEDIANA ESTAMPADA 20*96 mm (1 UND)	Requerimientos Brutos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepciones programadas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Recepción del pedido		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
	Pedido a colocar	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

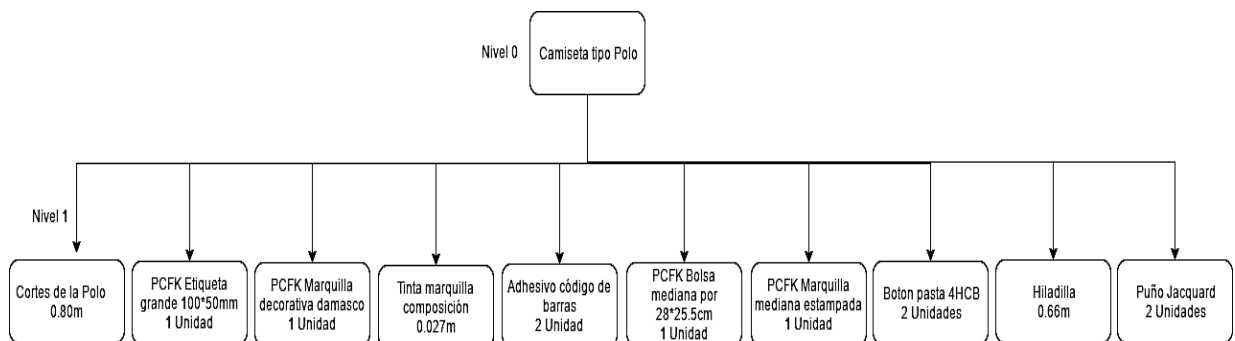
En el cuadro 56, se presenta los insumos necesarios para la fabricación de la referencia 506612 que corresponde a la camiseta tipo Polo, es necesario tener en cuenta la cantidad de insumos que el cliente envía, con el propósito de programar el pedido a colocar de acuerdo a estas unidades y no incurrir a unidades faltantes.

Cuadro 56. Lista de materiales camiseta tipo Polo

Material	Cantidad	Unidad
Cortes de la tipo polo	0,8	metros
PCFK etiqueta grande 100*50mm	1	unidad
PCFK marquilla decorativa damasco	1	unidad
Cinta marquilla composición	0.027	metros
Adhesivo código de barras	2	unidad
PCFK bolsa mediana por 28*25,5cm	1	unidad
PCFK marquilla mediana estampada	1	unidad
Botón pasta 4HCB	2	unidad
Botón pasta 2HCB	2	unidad
Hiladilla	0,66	metros
Puño Jacquard	2	unidad

Los requerimientos de producción, se extrajeron del plan maestro de producción de la camiseta tipo Polo. A continuación, en la figura 19 se presenta el árbol estructural de la camiseta tipo Polo.

Figura 19. Árbol estructural camiseta tipo Polo



Cuadro 57. Plan de requerimientos de materiales camiseta Polo

Identificación	SEMANA	Semana 0	FEBRERO											
			Semana 1						Semana 2					
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
CAMISETA TIPO POLO	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas													
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Pedido a colocar	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
CORTES DE LA POLO (0,8 m)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		28,8	0,0	0,0	0,0	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
	Pedido a colocar	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
PCFK etiqueta grande 100*50 mm (1 unidad)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Pedido a colocar	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PCFK marquilla decorativa damasco (1 unidad)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Pedido a colocar	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Tinta marquilla composición (0,027 m)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pedido a colocar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Continuación cuadro 57

Adhesivo código de barras (2 unidad)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		72	0	0	0	72	72	72	72	72	72	72	72
	Pedido a colocar	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
PCFK bolsa mediana por 28*25,5 cm (1 unidad)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		36	36	36	0	36	36	36	36	36	36	36	36
	Pedido a colocar	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PCFK marquilla mediana estampada (1 unidad)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		36	36	36	0	36	36	36	36	36	36	36	36
	Pedido a colocar	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Botón pasta 4HCB (2 unidades)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
	Pedido a colocar	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Hiladilla (0,66 m)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		24	24	24	0	24	24	24	24	24	24	24	24
	Pedido a colocar	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Puño Jacquard (2 unidades)	Requerimientos Brutos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepciones programadas		-	-	-				-	-	-			-
	Inventario disponible		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inventario de seguridad		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Requerimientos Netos		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Recepción del pedido		72	72	72	0	72	72	72	72	72	72	72	72
	Pedido a colocar	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

Con base en el cuadro 57, se puede observar el plan de requerimientos para la camiseta tipo Polo, donde se evidencia el pedido a colocar de cada insumo, con el propósito de no tener unidades faltantes, estos insumos son asumidos por el cliente y el proceso de producción inicia una vez el cliente ha realizado la orden de fabricación.

En conclusión, con esta herramienta la empresa podrá producir en las semanas que se requiere, debido a que contará con los insumos en el lugar y momento indicado para el inicio de confección y no incurrir a unidades faltantes.

Es necesario que el autor de este trabajo de grado, realice una explicación detallada al gerente de la empresa y supervisora de producción sobre cada una de las técnicas aplicadas en este proyecto, con el objetivo de ser implementadas por la empresa en todos los periodos siguientes. Esperando que estas técnicas permitan disminuir el incumplimiento de pedidos, unidades faltantes y aproveche la capacidad disponible.

14. CONCLUSIONES

El diagnóstico actual realizado en la empresa fue importante, debido a que se logró evidenciar de manera clara y concisa los eventos que presenta la empresa y en qué frecuencia suceden, por ende, mediante el diagrama Ishikawa se identificaron las causas más importantes que están afectado al proceso de producción de las prendas, debido a que se analizó cada uno de los aspectos involucrados en el proceso (maquinaria, mano de obra, métodos, etc). Por otro lado, mediante los diagramas de operaciones se identificó la secuencia de operaciones que sigue el proceso de fabricación de las prendas. Finalmente, mediante los datos históricos entregados por el gerente se identificó que la empresa presenta un cumplimiento de pedidos menor del 50%.

Mediante la prueba de autocorrelación, se evaluó el comportamiento de las ventas de la empresa y se verificó que las ventas se comportan de forma positiva, lo que conllevó a elegir la técnica suavizamiento exponencial doble, debido a que esta técnica arrojó el menor error cuadrático medio, además, es necesario que el pronóstico de la demanda sea el más real posible, debido a que es la base del diseño de la planeación agregada.

El plan agregado de producción es una herramienta importante para la empresa, debido a que, mediante la aplicación de las estrategias adecuadas para esta naturaleza de negocio, como son: Plan de variación de la fuerza laboral, fuerza laboral constante con horas extras y el mixto, el gerente podrá optar por la estrategia más económica y así ahorrar de forma significativa en costos de producción. Con base en lo anterior, el plan más económico para la empresa es el plan de fuerza constante con horas extras, con una fuerza laboral mínima de 9 operarios y un costo de implementación de \$90.405.001.

El plan maestro de producción consistió en desagregar las unidades con base a la demanda mensual de las camisetas según referencia, se logró identificar las cantidades a producir semanalmente de las tres referencias de estudio. Sin embargo, para cumplir con el plan maestro de producción es necesario identificar si la capacidad disponible cumple con dicho plan, debido a esto, se realizó un plan de requerimientos de capacidad y se identificó que la empresa posee una capacidad disponible de 23.708 minutos por semana y la capacidad requerida para cumplir con el plan maestro de producción a lo largo del plan varía entre 33.881 hasta 40.136 minutos, lo que traduce a que la empresa no cuenta con capacidad disponible para cumplir con el plan maestro de producción, debido a eventualidades que suceden con la maquinaria y mano de obra.

El plan de requerimientos de materiales conllevó a la empresa a una forma de planificar la producción caracterizada por anticipación, es decir, le permitió establecer que se quiere hacer en el futuro y determinar cuánto material se necesita para poder realizar las cantidades a producir que exige el plan maestro de producción, con el propósito de disminuir los tiempos de espera, no incurrir a unidades faltantes y mejorar el flujo de producción.

Los sistemas implementados en Excel®, proporcionó una plataforma donde el personal de producción puede validar las técnicas aplicadas en este documento. Estas técnicas serán entregadas en la plataforma al gerente de la empresa.

15. RECOMENDACIONES

Se recomienda que sea medido el desempeño de los operarios constantemente, con el objetivo de generar compromiso y motivación al superarse en cada evaluación.

Se recomienda que la empresa considere contratar un mecánico que este durante el turno laboral, con el propósito de atender cualquier eventualidad que suceda con respecto a la maquinaria.

Se recomienda realizar una inspección diaria de los instrumentos de trabajo antes de iniciar con la producción, con el propósito de minimizar eventualidades que hagan ineficiente el trabajo de las operarias.

Se recomienda evaluar algunas condiciones de trabajo como, por ejemplo: puestos de trabajo, temperatura en el interior de la planta, acumulación de material, con el propósito de mejorar el desempeño de las operarias.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE B, Richard; JACOBS Robert; AQUILANO J, Nicholas. Administración de operaciones producción y cadena de suministros. 12 ed. México: Edit. Mc Graw Hill, 2005. 776 p.

CLAVIJO BECERRA, Christian. Diseño de un sistema de planeación de producción en el área de plásticos de la empresa EPI. S.A.S. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013 [Consultado el 7 de abril del 2016]. Disponible en internet: <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/6878>

CÓDIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO. Artículo 168. Tasas y liquidación de recargos. Modificado por el art. 24, Ley 50 de 1990. [en línea]. Colombia [consultado el 20 de noviembre del 2016]. Disponible en internet: <http://www.mintrabajo.gov.co/preguntas-frecuentes/jornada-de-trabajo.html>.

DIAZ RAMIREZ, Alexander. Mejoramiento del sistema de planeación de la producción en la empresa Icomallas S.A. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2014 [Consultado el 10 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/7754>

GOMEZ MORA, Laura Sofía. Mejoramiento de los procesos del área de producción de confecciones el Nogal Ltda. Colombia [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016 [Consultado el 7 de abril del 2016]. Disponible en internet: www.repositorio.uis.edu.co

HANKE JHON. Pronósticos en los negocios 9 edición México: Ed person Educación , 2000. 551 p.

INGENIO EMPRESA. Para la gestión del negocio. [en línea] [consultado el 02 de febrero del 2017]. Disponible en internet: <http://ingenioempresa.com/plan-maestro-produccion-mps/>.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN Larry y MALHOTRA Manoj. Administración de operaciones. México D.F.: Person educación, 2008. 892 p.

LINEA DIRECTA, Moda que apasiona amor que transforma. Quienes somos. Colombia [en línea]. Medellín [Consultado el 18 de agosto del 2016] Disponible en internet: <http://www.lineadirecta.com.co/quienes-somos/nuestra-compania/>.

MORAN RODRIGUEZ, Aura Rosa. Diseño del sistema de planeación, programación y control de la producción en la cooperativa de trabajo asociado alfareros de Barrancabermeja – COOTRASALBA. Colombia [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2005 [Consultado el 10 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://tangara.uis.edu.co/>>

NARASIMHAN, Sim. Planeación de la producción y control de inventarios 2 ed. México D.F.: Prentice Hall Hispanoamericana, 2008. 736 p.

NORMAN, Gaither; GREG, Fraizier. Administración de producción y operaciones. Bogotá: Edit. Thomsom, 2007. 669 p.

ORTIZ-TRIANA, Viviana Karolina. CAICEDO-ROLON, Álvaro Junior. Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado. Colombia [en línea]. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander, 2014 [Consultado el 11 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433597002>

OTERO PEÑALOSA, Mónica Eugenia, GUARNIZO DUEÑAS, José Alberto. Internacionalización de las pymes del sector textil, confección, diseño y moda en Bogotá, Colombia [en línea]. Cali: Univeridad Autónoma de Occidente, 2013 [Consultado el 28 de abril del 2016]. Disponible en Internet: <http://www.uao.edu.co/sites/default/files/Penalosa.pdf>

PASCUAL COMPANYS, Ramón; FONOLLOSA I GUARDIET, Joan B. Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. MARCOMBO, S.A., Barcelona, España. 149 p.

PEREIRA VILLAY, Alejandro. Análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción en una empresa de confecciones. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013 [consultado el 10 de marzo del 2016]. Disponible en internet: <http://bdigital.uao.edu.co/handle/10614/5333>

PLANEACION Y CONTROL DE LA CAPACIDAD." BuenasTareas.com. 05, 2016. [consultado el 7 de mayo del 2016]. Disponible en internet :<http://www.buenastareas.com/ensayos/Planeacion-y-Control-De-La-Capacidad/23693820.html>.

SAMACA LOPEZ, José Fernando. Planeacion y programación del proceso de compras e inventarios para la empresa CASTRILLON MANJARRES y CIA S. EN C. Colombia [en línea]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013 [Consultado el 11 de marzo del 2016] Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/4989/1/TID01371.pdf>

SIPPER, Daniel. Planeación y control de la producción. México D.F: McGraw-Hill, 2008, 657 p.

ANEXOS

Anexo A. Cursograma camiseta tipo cuello V.

Cursograma analítico							Operario	Material	Equipo
Diagrama Num.	Hoja Num.	de	Resumen						
Objeto:			Actividad				Actual	Propuesta	Economía
Proceso de confección para la camiseta tipo cuello V			Operación	○			16		
			Transporte	⇒			1		
Actividad:			Inspección	D			1		
Desde que se coloca la primera pieza para confección hasta empaque y despacho			Almacenamiento	▽					
			Distancia (m)						
Metodo :	Actual / Propuesto		Tiempo (hora-hombre)						
Lugar: Confecciones A&J S.A.S			Costos:						
Operario (s) : 14	Ficha Num.		Mano de obra						
			Materiales						
Compuesto por: John Villegas			Totales						
Aprobado por:			Fecha: 10/06/2016						
			Fecha:						
			Simbolo						
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	Observaciones	
Desempacar insumos de tulas				x				Operaria manual	
Organizar trabajo confección				x				Operaria manual	
Transportar a primer operación					x			Patinadora	
Sesgar V				x					
Atraque perilla o atraque V				x					
Pulir hombros y filetear perilla				x					
Pegar mangas				x					
Cerrar lados				x					
Ruedo inferior				x					
Ruedo mangas				x					
Sesgar cuello				x					
Atraque cuello y pegar marquilla				x					
Colocar etiqueta decorativa				x					
Ojalar				x					
Colocar botones				x					
Pulir y refilar				x				Operaria manual	
Revisión y control de calidad						x		Operaria manual	
Etiquetar y empacar				x				Operaria plancha	

Anexo B. Cursograma camiseta tipo T-Shirt.

Cursograma analítico				Operario				Material	Equipo
Diagrama Num.	Hoja Num. de			Resumen					
Objeto:	Proceso de confección para la camiseta tipo T-Shirt			Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
				Operación	○	18			
				Transporte	⇒	1			
Actividad:	Desde que se coloca la primera pieza para confección hasta empaque y despacho			Inspeccion	D	1			
				Almacenamiento	▽				
				Distancia (m)					
Metodo :	Actual / Propuesto			Tiempo (hora-hombre)					
Lugar: Confecciones A&J S.A.S				Costos:					
Operario (s) : 14	Ficha Num.			Mano de obra					
				Materiales					
Compuesto por: John Villegas	Fecha: 10/06/2016			Totales					
Aprobado por:	Fecha:			Simbolo					
Descripcion	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	Observaciones	
Desempacar insumos de tulas				x				Operaria manual	
Organizar trabajo confección				x				Operaria manual	
Transportar a primer operación					x			Patinadora	
Dobladillar bolsillo				x				Preparación	
Pegar marquilla				x				Preparación	
Prehormar bolsillo				x				Preparación	
Marcar frente				x				Preparación	
Pegar bolsillo				x				Subensamble	
Unir hombros				x					
Pegar mangas				x					
Cerrar costados				x					
Ruedo inferior				x					
Ruedo mangas				x					
Preparar cuello				x					
Pegar cuello				x					
Asentar cuello				x					
Pegar marquilla				x					
Pulir y refilar				x				Operaria manual	
Revisión y control de calidad					x			Operaria manual	
Etiquetar y empackar				x				Operaria plancha	

Anexo C. Cursograma camiseta tipo polo

Cursograma analítico							Operario		Material	Equipo
Diagrama Num.		Hoja Num. de		Resumen						
Objeto: Proceso de confección para la camiseta tipo polo				Actividad			Actual	Propuesta	Economía	
				Operación ○			19			
				Transporte ⇒			1			
Actividad: Desde que se coloca la primera pieza para confección hasta empaque y despacho				Inspeccion D			1			
				Almacenamiento ▽						
				Distancia (m)						
Metodo : Actual / Propuesto				Tiempo (hora-hombre)						
Lugar: Confecciones A&J S.A.S				Costos:						
Operario (s) : 14		Ficha Num.		Mano de obra						
				Materiales						
Compuesto por: John Villegas		Fecha: 10/06/2016		Totales						
Aprobado por:		Fecha:		Símbolo						
Descripcion		Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	○	⇒	D	▽	Observaciones	
Desempacar insumos de tulas					x				Operaria manual	
Organizar trabajo confección					x				Operaria manual	
Transportar a primer operación						x			Patinadora	
Marcar perilla					x					
Pegar perilla					x					
Unir hombros					x					
Abrir perilla					x					
Fijar cuello					x					
Pegar cuello hiladilla					x					
Voltear y asentar cartera					x					
Pespuntar cartera y hacer caja					x					
Asentar cuello					x					
Filetear perillas y pegar mangas					x					
Cerrar costados					x					
Dobladillar ruedo					x					
Pegar marquilla espalda					x					
Ojalar					x					
Botonar					x				Operaria manual	
Revision y control de calidad							*		Operaria manual	
Vaporizar					x				Operaria plancha	
Etiquetar y empackar					x					

Anexo D. Valores de entrada Prueba de autocorrelación

Y_t	$(Y_t - \bar{Y})^2$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})$
1.601	3.438.199	
255	10.241.524	5.934.003
982	6.116.907	7.914.951
1.421	4.138.125	5.031.155
2.418	1.075.863	2.109.989
2.379	1.158.288	1.116.315
2.495	922.057	1.033.445
2.383	1.149.695	1.029.604
3.744	83.383	- 309.622
3.323	17.487	- 38.185
4.249	630.058	- 104.966
1.800	2.739.813	- 1.313.865
5.025	2.464.152	- 2.598.330
4.552	1.202.887	1.721.655
3.376	6.279	- 86.905
4.697	1.541.973	- 98.395
4.518	1.129.463	1.319.697
6.641	10.149.079	3.385.706
5.462	4.027.093	6.393.066
4.777	1.747.055	2.652.461
6.462	9.040.617	3.974.223
Y barra		
3.455		

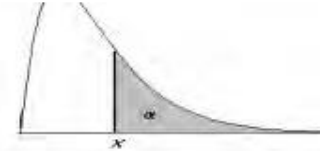
Parámetros.

$(Y_t - \bar{Y})^2$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-2} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-3} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-4} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-5} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-6} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-7} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-8} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-9} - \bar{Y})$	$(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-10} - \bar{Y})$
3.438.199										
10.241.524	5.934.003									
6.116.907	7.914.951	4.585.972								
4.138.125	5.031.155	6.510.046	3.771.962							
1.075.863	2.109.989	2.565.337	3.319.409	1.923.286						
1.158.288	1.116.315	2.189.325	2.661.793	3.444.218	1.995.602					
922.057	1.033.445	995.996	1.953.353	2.374.897	3.072.991	1.780.510				
1.149.695	1.029.604	1.153.983	1.112.166	2.181.188	2.651.900	3.431.417	1.988.185			
83.383	-309.622	-277.280	-310.777	-299.515	-587.410	-714.177	-924.107	-535.433		
17.487	-38.185	141.791	126.980	142.320	137.162	269.004	327.056	423.193	245.201	
630.058	-104.966	229.208	-851.102	-762.200	-854.277	-823.320	-1.614.701	-1.963.162	-2.540.227	-1.471.824
2.739.813	-1.313.865	218.886	-477.970	1.774.809	1.589.423	1.781.430	1.716.876	3.367.148	4.093.798	5.297.156
2.464.152	-2.598.330	1.246.017	-207.582	453.287	-1.683.159	-1.507.345	-1.689.438	-1.628.217	-3.193.269	-3.882.395
1.202.887	1.721.655	-1.815.402	870.568	-145.034	316.703	-1.175.990	-1.053.153	-1.180.377	-1.137.603	-2.231.075
6.279	-86.905	-124.385	131.158	-62.896	10.478	-22.881	84.962	76.087	85.279	82.189
1.541.973	-98.395	1.361.917	1.949.271	-2.055.412	985.663	-164.208	358.574	-1.331.464	-1.192.387	-1.336.431
1.129.463	1.319.697	-84.211	1.165.597	1.668.283	-1.759.124	843.580	-140.538	306.885	-1.139.534	-1.020.504
10.149.079	3.385.706	3.955.958	-252.434	3.494.022	5.000.888	-5.273.194	2.528.736	-421.279	919.927	-3.415.895
4.027.093	6.393.066	2.132.710	2.491.920	-159.012	2.200.940	3.150.138	-3.321.669	1.592.891	-265.370	579.476
1.747.055	2.652.461	4.210.819	1.404.718	1.641.314	-104.734	1.449.658	2.074.851	-2.187.831	1.049.164	-174.787
9.040.617	3.974.223	6.033.855	9.578.828	3.195.472	3.733.682	-238.250	3.297.702	4.719.900	-4.976.907	2.386.653

Anexo E. Tabla de Chi cuadrado.

Tabla de la distribución chi-cuadrado.

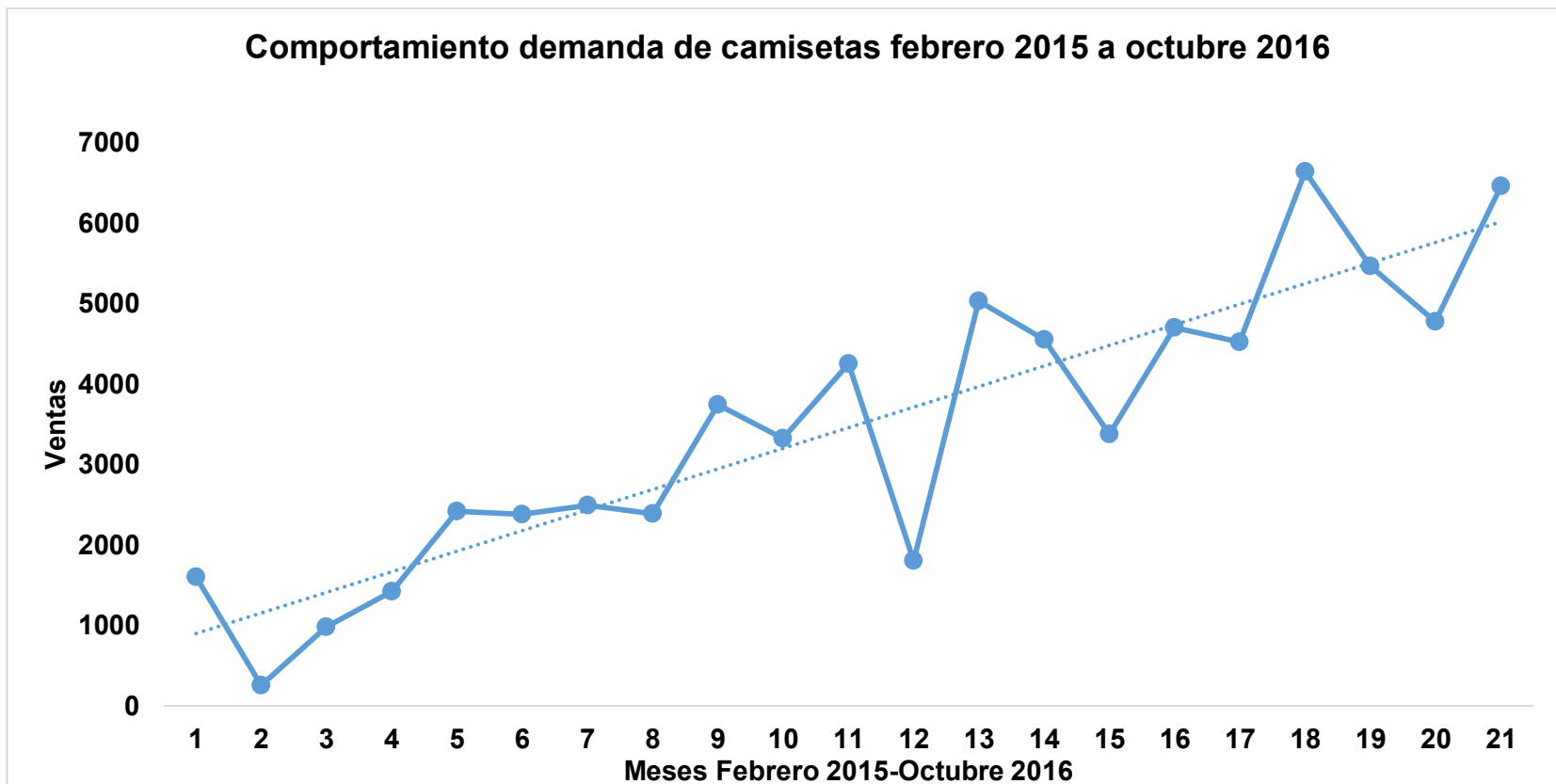
La tabla contiene los valores x tales que $p[\chi_n^2 \geq x] = \alpha$
en función de los grados de libertad (n).



n	0.99	0.98	0.975	0.95	0.90	0.80	0.50	0.20	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.001
1	0,0002	0,0006	0,0010	0,0039	0,0158	0,0642	0,4549	1,6424	2,7055	3,8415	5,0239	5,4119	6,6349	10,8274
2	0,0201	0,0404	0,0506	0,1026	0,2107	0,4463	1,3863	3,2189	4,6052	5,9915	7,3778	7,8241	9,2104	13,8150
3	0,1148	0,1848	0,2158	0,3518	0,5844	1,0052	2,3660	4,6416	6,2514	7,8147	9,3484	9,8374	11,3449	16,2660
4	0,2971	0,4294	0,4844	0,7107	1,0636	1,6488	3,3567	5,9886	7,7794	9,4877	11,1433	11,6678	13,2767	18,4662
5	0,5543	0,7519	0,8312	1,1455	1,6103	2,3425	4,3515	7,2893	9,2363	11,0705	12,8325	13,3882	15,0863	20,5147
6	0,8721	1,1344	1,2373	1,6354	2,2041	3,0701	5,3481	8,5581	10,6446	12,5916	14,4494	15,0332	16,8119	22,4575
7	1,2390	1,5643	1,6899	2,1673	2,8331	3,8223	6,3458	9,8032	12,0170	14,0671	16,0128	16,6224	18,4753	24,3213
8	1,6465	2,0325	2,1797	2,7326	3,4895	4,5936	7,3441	11,0301	13,3616	15,5073	17,5345	18,1682	20,0902	26,1239
9	2,0879	2,5324	2,7004	3,3251	4,1682	5,3801	8,3428	12,2421	14,6837	16,9190	19,0228	19,6790	21,6660	27,8767
10	2,5582	3,0591	3,2470	3,9403	4,8652	6,1791	9,3418	13,4420	15,9872	18,3070	20,4832	21,1608	23,2093	29,5879
11	3,0535	3,6087	3,8157	4,5748	5,5778	6,9887	10,3410	14,6314	17,2750	19,6752	21,9200	22,6179	24,7250	31,2635
12	3,5706	4,1783	4,4038	5,2260	6,3038	7,8073	11,3403	15,8120	18,5493	21,0261	23,3367	24,0539	26,2170	32,9092
13	4,1069	4,7654	5,0087	5,8919	7,0415	8,6339	12,3398	16,9848	19,8119	22,3620	24,7356	25,4715	27,6882	34,5274
14	4,6604	5,3682	5,6287	6,5706	7,7895	9,4673	13,3393	18,1508	21,0641	23,6848	26,1189	26,8727	29,1412	36,1239
15	5,2294	5,9849	6,2621	7,2609	8,5468	10,3070	14,3389	19,3107	22,3071	24,9958	27,4884	28,2595	30,5780	37,6978
16	5,8122	6,6142	6,9077	7,9616	9,3122	11,1521	15,3385	20,4651	23,5418	26,2962	28,8453	29,6332	31,9999	39,2518
17	6,4077	7,2550	7,5642	8,6718	10,0852	12,0023	16,3382	21,6146	24,7690	27,5871	30,1910	30,9950	33,4087	40,7911
18	7,0149	7,9062	8,2307	9,3904	10,8649	12,8570	17,3379	22,7595	25,9894	28,8693	31,5264	32,3462	34,8052	42,3119
19	7,6327	8,5670	8,9065	10,1170	11,6509	13,7158	18,3376	23,9004	27,2036	30,1435	32,8523	33,6874	36,1908	43,8194
20	8,2604	9,2367	9,5908	10,8508	12,4426	14,5784	19,3374	25,0375	28,4120	31,4104	34,1696	35,0196	37,5663	45,3142
21	8,8972	9,9145	10,2829	11,5913	13,2396	15,4446	20,3372	26,1711	29,6151	32,6706	35,4789	36,3434	38,9322	46,7963
22	9,5425	10,6000	10,9823	12,3380	14,0415	16,3140	21,3370	27,3015	30,8133	33,9245	36,7807	37,6595	40,2894	48,2676
23	10,1957	11,2926	11,6885	13,0905	14,8480	17,1865	22,3369	28,4288	32,0069	35,1725	38,0756	38,9683	41,6383	49,7276
24	10,8563	11,9918	12,4011	13,8484	15,6587	18,0618	23,3367	29,5533	33,1962	36,4150	39,3641	40,2703	42,9798	51,1790
25	11,5240	12,6973	13,1197	14,6114	16,4734	18,9397	24,3366	30,6752	34,3816	37,6525	40,6465	41,5660	44,3140	52,6187
26	12,1982	13,4086	13,8439	15,3792	17,2919	19,8202	25,3365	31,7946	35,5632	38,8851	41,9231	42,8558	45,6416	54,0511
27	12,8785	14,1254	14,5734	16,1514	18,1139	20,7030	26,3363	32,9117	36,7412	40,1133	43,1945	44,1399	46,9628	55,4751
28	13,5647	14,8475	15,3079	16,9279	18,9392	21,5880	27,3362	34,0266	37,9159	41,3372	44,4608	45,4188	48,2782	56,8918
29	14,2564	15,5745	16,0471	17,7084	19,7677	22,4751	28,3361	35,1394	39,0875	42,5569	45,7223	46,6926	49,5878	58,3006
30	14,9535	16,3062	16,7908	18,4927	20,5992	23,3641	29,3360	36,2502	40,2560	43,7730	46,9792	47,9618	50,8922	59,7022

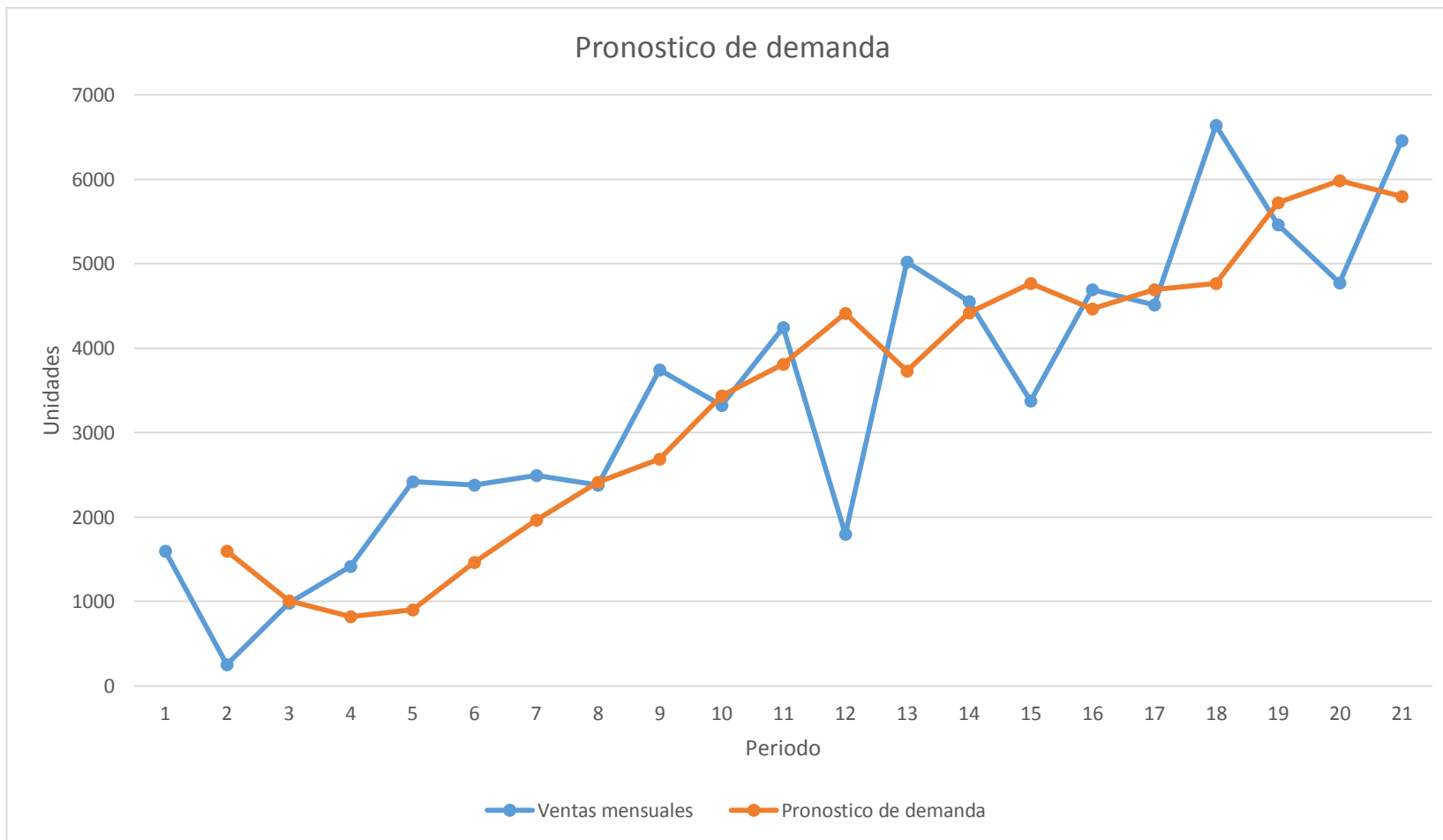
Anexo F. Histórico de ventas de camisetas referencias Tipo polo, Tipo T-Shirt y cuello V.

2015	Febrero	1601
	Marzo	255
	Abril	982
	Mayo	1421
	Junio	2418
	Julio	2379
	Agosto	2495
	Septiembre	2383
	Octubre	3744
	Noviembre	3323
	Diciembre	4249
2016	Enero	1800
	Febrero	5025
	Marzo	4552
	Abril	3376
	Mayo	4697
	Junio	4518
	Julio	6641
	Agosto	5462
	Septiembre	4777
	Octubre	6462



Anexo G. Pronostico agregado método suavización doble

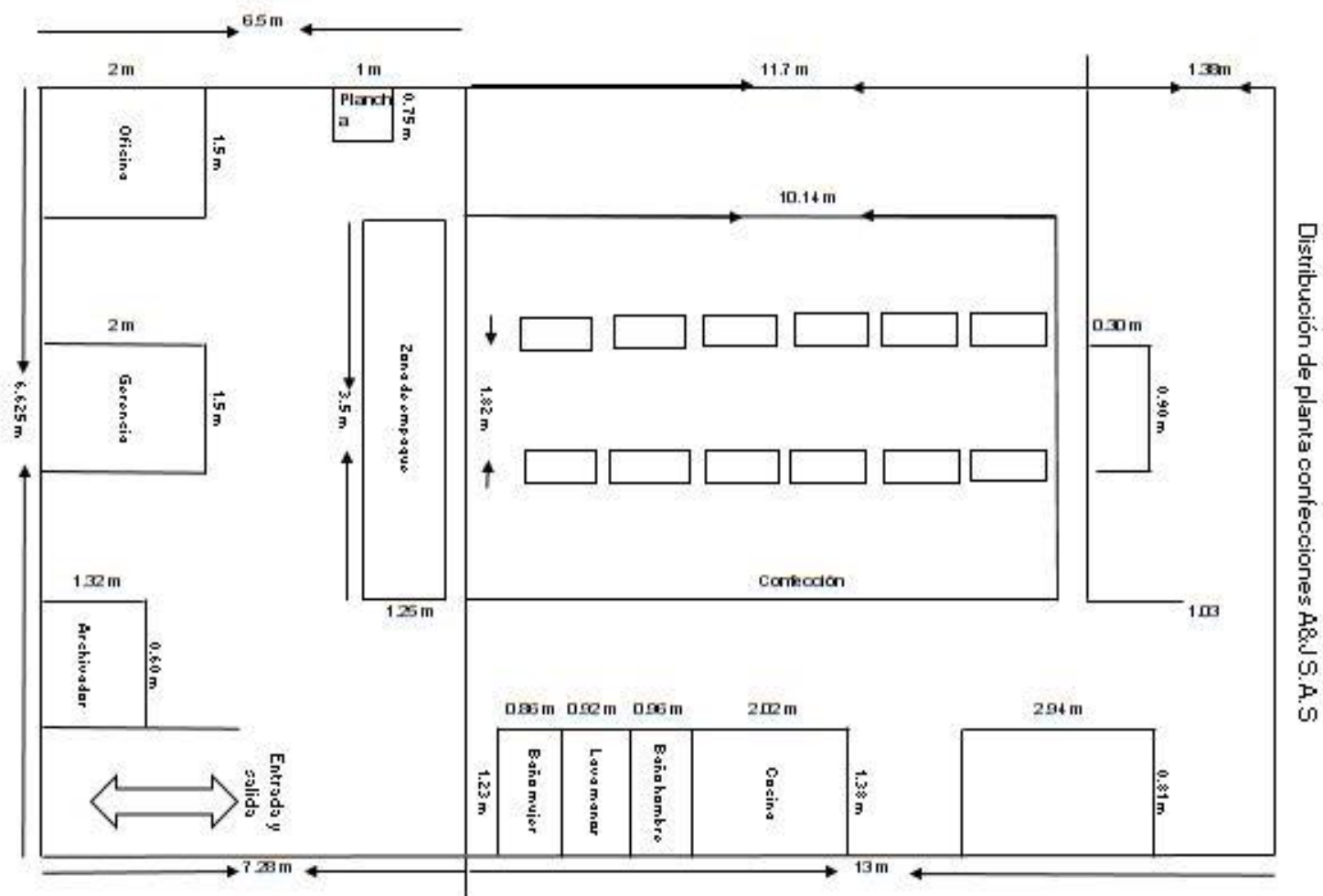
	t	Ventas	Lt	Tt	Yt+p	e	e^2	ABS e	MAPE
Año 2015	1	1601	1601,00	0,00					
	2	255	1188,79	-178,36	1601,00	-1346,00	1811716,0	1346,00	5,28
	3	982	1001,73	-182,13	1010,43	-28,43	808,5	28,43	0,03
	4	1421	1003,77	-102,44	819,60	601,40	361683,5	601,40	0,42
	5	2418	1365,81	98,54	901,34	1516,66	2300259,8	1516,66	0,63
	6	2379	1744,46	219,74	1464,35	914,65	836588,8	914,65	0,38
	7	2495	2126,75	290,08	1964,20	530,80	281753,1	530,80	0,21
	8	2383	2406,47	285,60	2416,83	-33,83	1144,5	33,83	0,01
	9	3744	3014,21	424,99	2692,06	1051,94	1106567,6	1051,94	0,28
	10	3323	3403,62	409,59	3439,20	-116,20	13503,1	116,20	0,03
	11	4249	3946,67	467,34	3813,21	435,79	189916,0	435,79	0,10
Año 2016	12	1800	3613,48	120,95	4414,00	-2614,00	6833014,8	2614,00	1,45
	13	5025	4129,66	291,97	3734,43	1290,57	1665567,1	1290,57	0,26
	14	4552	4461,55	309,24	4421,63	130,37	16996,5	130,37	0,03
	15	3376	4343,65	124,42	4770,80	-1394,80	1945461,2	1394,80	0,41
	16	4697	4538,18	154,75	4468,07	228,93	52411,1	228,93	0,05
	17	4518	4639,36	131,57	4692,93	-174,93	30600,1	174,93	0,04
	18	6641	5343,63	379,38	4770,93	1870,07	3497157,2	1870,07	0,28
	19	5462	5643,08	344,79	5723,01	-261,01	68125,5	261,01	0,05
	20	4777	5617,05	184,34	5987,87	-1210,87	1466201,0	1210,87	0,25
	21	6462	6003,69	271,88	5801,38	660,62	436413,3	660,62	0,10
	22				6275,57				
	23				6547,45				
Año 2017	24				7091,20				
	25				7363,08				
	26				7634,96				
	27				7906,84				
	28				8178,71				
	29				8450,59				
	30				8722,47				
	31				8994,34				
	32				9266,22				
	33				9538,10				



Anexo H. Requerimiento inicial planeación agregada

	Requerimiento inicial									
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronostico	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538
Inventario de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Número de días hábiles	21	20	22	18	21	20	19	21	21	21
Requerimiento de producción	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo I. Distribución de planta de producción.



Anexo J. Plan de producción fuerza de trabajo variable

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Días laborales por mes	21	20	22	18	21	20	19	21	21	21	204
Horas de producción requeridas	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556	1.608	1.660	1.712	1.763	1.815	
Horas mes por trabajador	179	170	187	153	179	170	162	179	179	179	
1. Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pronóstico de la demanda	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538	83.147
2. Inventario de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3. Requerimiento de producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179	8.451	8.722	8.994	9.266	9.538	
4. Producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179	8.451	8.722	8.994	9.266	9.538	
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Número de trabajadores necesarios	8	9	8	10	9	10	11	10	10	11	
Número de trabajadores disponibles	12	8	9	8	10	9	10	11	10	10	
Trabajadores a despedir	-4	0	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	
Trabajadores a contratar	0	1	0	2	0	1	1	0	0	1	
Costo de despido	4.734.776	0	1.183.694	0	1.183.694	0	0	1.183.694	0	0	8.285.858
Costo de contratar	0	1.183.694	0	2.367.388	0	1.183.694	1.183.694	0	0	1.183.694	7.102.164
Costo de mano de obra	8.162.519	8.745.556	8.551.210	8.745.556	9.182.833	9.717.284	10.154.562	10.203.148	10.203.148	11.223.463	94.889.278
							Total costos				110.277.300

Anexo K. Plan de producción fuerza constante con horas extras

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Días laborales por mes	21	20	22	18	21	20	19	21	21	21	204
1. Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pronóstico de la demanda	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538	83.147
2. Inventario de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3. Requerimiento de producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179	8.451	8.722	8.994	9.266	9.538	
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Número de trabajadores disponibles	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Horas ordinarias	1.607	1.530	1.683	1.377	1.607	1.530	1.454	1.607	1.607	1.607	
Horas necesarias	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556	1.608	1.660	1.712	1.763	1.815	
Horas extras	0	0	0	128	0	78	206	105	157	209	883
Costo de horas extras	0	0	0	173.595	0	106.257	280.624	142.937	213.286	283.635	1.200.334
Costo de mano de obra	9.182.833	8.745.556	9.620.111	7.871.000	9.182.833	8.745.556	8.308.278	9.182.833	9.182.833	9.182.833	89.204.667
Total costos											90.405.001

Anexo L. Plan de producción mixto

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Días laborales por mes	21	20	22	18	21	20	19	21	21	21	204
Horas de producción requeridas	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556	1.608	1.660	1.712	1.763	1.815	
Horas mes por trabajador	179	170	187	153	179	170	162	179	179	179	
1. Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pronóstico de la demanda	7091	7363	7635	7907	8179	8451	8722	8994	9266	9538	83.147
2. Inventario de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3. Requerimiento de producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179	8.451	8.722	8.994	9.266	9.538	
4. Producción	7.091	7.363	7.635	7.907	8.179	8.451	8.722	8.994	9.266	9.538	
Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Número de trabajadores necesarios	8	9	8	10	9	10	11	10	10	11	
Número de trabajadores disponibles	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Trabajadores a despedir	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	
Trabajadores a contratar	0	0	0	1	0	1	2	1	1	2	
Costo de despido	1.183.694	0	1.183.694	0	0	0	0	0	0	0	2.367.388
Costo de contratar	0	0	0	1.183.694	0	1.183.694	2.367.388	1.183.694	1.183.694	2.367.388	9.469.552
Costo de mano de obra	9.182.833	8.745.556	9.620.111	7.871.000	9.182.833	8.745.556	8.308.278	9.182.833	9.182.833	9.182.833	89.204.667
Horas ordinarias	1.607	1.530	1.683	1.377	1.607	1.530	1.454	1.607	1.607	1.607	
Horas necesarias	1.349	1.401	1.453	1.505	1.556	1.608	1.660	1.712	1.763	1.815	
Horas extras	0	0	0	128	0	78	206	105	157	209	883
Costo de horas extras	0	0	0	173.595	0	106.257	280.624	142.937	213.286	283.635	1.200.334
Total costos											102.241.941

Análisis costos de planeación agregada

Costos	Plan variación del tamaño de la fuerza laboral	Plan fuerza laboral constante horas extras	Plan de producción mixto
Contratación	7.102.164		9.469.552
Despidos	8.285.858		2.367.388
Horas extras		1.200.334	1.200.334
Costo de mano de obra	94.889.278	89.204.667	89.204.667
Total costos	110.277.300	90.405.001	102.241.941

Salario operario	\$ 767.154
Costo por hora	\$ 5.716
Costo operario	\$ 1.166.074
Costo hora extra	\$ 7.145
Costo de despedir	\$ 1.183.694
Costo de contratación	\$ 1.183.694
Costo por unidad	\$ 1.845
Tiempo estándar por unidad (hora/und)	0,1903
Turno laboral (hora/día)	8,5

Anexo M. Plan maestro de producción camiseta tipo polo

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
DEMANDA AGREGADA POR MES	7363				7635				7907				8179				8451				8722			
PARTICIPACIÓN (POLO)	12%				38%				47%				44%				75%				18%			
DEMANDA MES (POLO)	847				2907				3681				3575				6326				1549			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DEMANDA POR SEMANA	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920	894	894	894	894	1581	1581	1581	1581	387	387	387	387
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVENTARIO DE SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQUERIMIENTO	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920	894	894	894	894	1581	1581	1581	1581	387	387	387	387
MPS	212	212	212	212	727	727	727	727	920	920	920	920	894	894	894	894	1581	1581	1581	1581	387	387	387	387
INVENTARIO FINAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo N. Plan maestro de producción camiseta tipo cuello V.

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
DEMANDA AGREGADA POR MES	7363				7635				7907				8179				8451				8722			
PARTICIPACIÓN (CUELLO EN "V")	17%				0%				12%				32%				5%				49%			
DEMANDA MES (CUELLO EN "V")	1217				3				958				2650				450				4264			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DEMANDA POR SEMANA	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239	662	662	662	662	112	112	112	112	1066	1066	1066	1066
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVENTARIO DE SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQUERIMIENTO	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239	662	662	662	662	112	112	112	112	1066	1066	1066	1066
MPS	304	304	304	304	1	1	1	1	239	239	239	239	662	662	662	662	112	112	112	112	1066	1066	1066	1066
INVENTARIO FINAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo O. Plan maestro de producción camiseta tipo T-Shirt.

MESES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
DEMANDA AGREGADA POR MES	7363				7635				7907				8179				8451				8722			
PARTICIPACIÓN (T-SHIRT)	72%				62%				41%				24%				20%				33%			
DEMANDA MES (T-SHIRT)	5300				4725				3268				1954				1675				2910			
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DEMANDA POR SEMANA	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817	489	489	489	489	419	419	419	419	727	727	727	727
INVENTARIO INICIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVENTARIO DE SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REQUERIMIENTO	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817	489	489	489	489	419	419	419	419	727	727	727	727
MPS	1325	1325	1325	1325	1181	1181	1181	1181	817	817	817	817	489	489	489	489	419	419	419	419	727	727	727	727
INVENTARIO FINAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo P. Carga de capacidad por máquina

	MÁQUINA FILETEADORA (min)	MÁQUINA PLANA (min)	MÁQUINA OJALADORA (min)	MÁQUINA BOTONADORA (min)	COLLARIN SESGADORA (min)	OPERACIONES MANUALES (min)	CAPACIDAD TOTAL (min)
HORA/TURNO	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	47
HORAS/SEMANA	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	282
MINUTOS DISPONIBLES/SEMANA	5.080	6.774	1.693	1.693	3.387	5.080	23.708

Anexo Q. Tiempo estándar por máquina

	TIEMPOS ESTÁNDAR (min)						
	MÁQUINA FILETEADORA (min)	MÁQUINA PLANA (min)	MÁQUINA OJALADORA (min)	MÁQUINA BOTONADORA (min)	COLLARIN SESGADORA (min)	OPERACIONES MANUALES (min)	TOTAL (min)
POLO	3,382	3,802	1,0	0,4	1,378	3,185	13,147
T-SHIRT	2,581	1,882	0	0	1,428	2,198	8,089
CUELLO EN "V"	2,134	1,258	1,0	0,4	2,201	2,032	9,025

Anexo R. Capacidad requerida por referencia

	CAPACIDAD REQUERIDA (min)																			
	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
POLO	3.896	3.896	3.896	3.896	13.375	13.375	13.375	13.375	16.939	16.939	16.939	16.939	16.449	16.449	16.449	16.449	29.108	29.108	29.108	29.108
T-SHIRT	24.385	24.385	24.385	24.385	21.743	21.743	21.743	21.743	15.036	15.036	15.036	15.036	8.993	8.993	8.993	8.993	7.709	7.709	7.709	7.709
CUELLO EN "V"	5.599	5.599	5.599	5.599	15	15	15	15	4.408	4.408	4.408	4.408	12.192	12.192	12.192	12.192	2.069	2.069	2.069	2.069
CAPACIDAD REQUERIDA (min)	33.881	33.881	33.881	33.881	35.132	35.132	35.132	35.132	36.383	36.383	36.383	36.383	37.634	37.634	37.634	37.634	38.885	38.885	38.885	38.885
CAPACIDAD DISPONIBLE (min)	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708	23.708
DIFERENCIA	-10.173	-10.173	-10.173	-10.173	-11.424	-11.424	-11.424	-11.424	-12.675	-12.675	-12.675	-12.675	-13.926	-13.926	-13.926	-13.926	-15.177	-15.177	-15.177	-15.177

Anexo S. Diagrama capacidad

